

# RÉUSSIR UNE RACHIANESTHÉSIE

**Paul Zetlaoui**

Département d'Anesthésie Réanimation, CHU de Bicêtre, 78 rue du Général Leclerc, 94275 Le Kremlin Bicêtre cedex.

## INTRODUCTION

Réussir une rachianesthésie, c'est réaliser une anesthésie qui permet de réaliser l'intervention prévue dans les meilleures conditions, mais aussi avec le moins de risques et de complications possibles. La facilité habituelle de réalisation de l'acte lui-même et son efficacité, font parfois oublier que la rachianesthésie que l'on vient de faire n'est pas réellement en accord avec les standards et les recommandations actuelles [1-3]. L'objectif de cette revue, dans le but d'améliorer la qualité et la sécurité de l'anesthésie que nous venons de réaliser, est de tenter de mettre en lumière les erreurs banales et ordinaires que nous commettons tous lors d'une rachianesthésie.

## 1. LA RACHIANESTHÉSIE : ÉTAT DES LIEUX

### 1.1. EPIDÉMIOLOGIE

La rachianesthésie est une technique très largement pratiquée en anesthésie. En extrapolant les chiffres de l'étude INSERM [4], on peut calculer qu'il est réalisé presque 600 000 rachianesthésies en France par an, soit plus de 1 par minute tout au long de l'année. Cette fréquence élevée se justifie par le fait que la technique est globalement efficace, que les risques allergiques et de surdosage sont très faibles, que l'indication est bonne en obstétrique et en cas de difficultés prévisibles d'intubation et qu'il existe peu de contre-indications. Surtout la rachianesthésie a la réputation d'être une technique sans risque particulier, qui est souvent réservée aux patients fragiles. Ces deux points soulèvent des interrogations.

### 1.2. SINISTRALITÉ

En France, selon les rapports du Sou Médical, en 2002, l'anesthésie générale qui représentait 79 % des actes d'anesthésie, ne reconnaissait que 24 déclarations de sinistres, hors bris dentaires [5]. Durant la même année 2002, la rachianesthésie qui ne représente que 7 % des actes d'anesthésies est grevée de 7 déclarations de sinistre, soit grossièrement 1 sinistre pour 1 % des actes (1 atteinte sciatique sensitive, 1 arrêt cardiaque avec décès du patient,

1 méningite, 1 syndrome de la queue-de-cheval, 3 déficits sensitifs séquellaires). Ainsi, la rachianesthésie génère 3 fois plus de déclarations de sinistres que l'AG en proportion du nombre d'actes.

D'après l'étude de Auroy et al (Tableau I) [6], la rachianesthésie est responsable de 2,5 fois plus d'accidents graves ou sérieux que l'anesthésie péridurale (27/35 439, vs. 10/28 985). Dans le rapport du Sou Médical de 2002, on comptait 9 complications de l'anesthésie péridurale (dont 1 méningite).

**Tableau I**

Complications des anesthésies locorégionales et de la rachianesthésie.

D'après Auroy et al [5].

	Arrêt cardiaque	Arrêt respiratoire	Convulsions	Déficits neurologiques	Méningites	Décès
Anesthésies régionales (28 985)	0	0	5	4	1	0
Rachianesthésies (35 439)	9	2	1	12	1	3

Ainsi il apparaît que, en pourcentage du nombre d'actes réalisés, la rachianesthésie est responsable de plus d'accidents que l'anesthésie générale ou, à nombre d'actes équivalents, de plus d'accidents que l'anesthésie péridurale.

La rachianesthésie est-elle toujours une technique sûre et sans risque que l'on peut proposer à des patients à risque anesthésique élevé ?

### 1.3. OÙ SONT LES RISQUES DE LA RACHIANESTHÉSIE ?

La rachianesthésie est une technique d'anesthésie habituellement sûre et performante, particulièrement en obstétrique, chez l'insuffisant respiratoire, chez le prématuré, en cas d'estomac plein, et ses avantages doivent être répétés. Mais, toute rachianesthésie comporte de façon intrinsèque un certain nombre de risques qu'il faut toujours garder présents à l'esprit, pour savoir le cas échéant les prévenir, les éviter et les traiter précocement.

- Toute rachianesthésie comporte un risque hémodynamique : il doit être prévenu de façon adaptée à l'intervention et au patient.
- Toute rachianesthésie comporte un risque neurologique (méningite, traumatisme nerveux, hématome compressif, neurotoxicité des agents injectés) : il doit être prévenu et surveillé.
- Toute rachianesthésie est une brèche durale, et les conséquences de cette brèche doivent être connues et assumées.
- Toute rachianesthésie entraîne une dysfonction vésicale : elle doit être intégrée dans la stratégie d'expansion volémique peropératoire et dans la prise en charge postopératoire des patients (ambulatoire, sondage évacuateur...).
- Enfin toute rachianesthésie comporte un risque d'échec de la ponction, qui ne doit pas être oublié.

Au total toute rachianesthésie comporte des risques de complications, parfois graves, qu'il est fondamental de connaître et prévenir autant que possible.

## 2. LE RISQUE D'ÉCHEC

L'incidence des échecs de la rachianesthésie, dans des séries incluant plusieurs centaines de patients se situe autour de 3 % [7, 8]. Deux types d'échec

sont possibles lors d'une rachianesthésie, l'échec de la ponction et l'anesthésie insuffisante.

## 2.1. L'ÉCHEC DE PONCTION

Dans une étude évaluant la rachianesthésie obstétricale, ne concernant donc des femmes jeunes, le taux d'échec de la ponction est faible, mais n'est pas nul, approximativement de 1 % [9]. Le risque d'échec est plus élevé dans d'autres circonstances. Dans une étude sur 100 patients âgés de plus de 80 ans opérés d'une fracture du col du fémur, l'échec de ponction de la rachianesthésie était de 6 % [10]. De Fihlo et al ont évalué dans un collectif de 1 481 patients que le taux de succès à la première ponction n'est que 61,5 %. Les facteurs prédictifs de l'échec étaient, la difficulté à préciser les repères cutanés (en rapport le plus souvent avec une anatomie du patient peu « compliant »), l'installation inadaptée du patient et le manque d'expérience de l'opérateur [11].

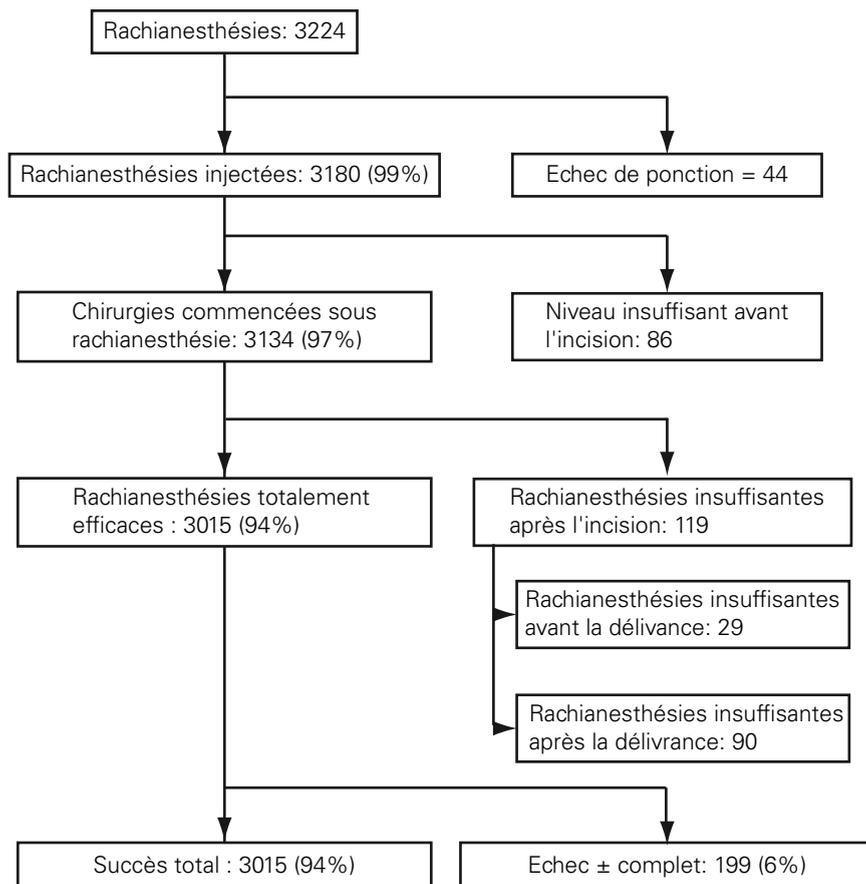
Ainsi, le risque d'échec de ponction de la rachianesthésie est actuellement reconnu et évalué et certains facteurs de risque sont identifiés (obésité, déformation rachidienne, âge avancé etc...). Ils doivent être détectés avant la ponction pour pouvoir établir des stratégies adaptées pour la ponction ou pour choisir une autre technique d'anesthésie quand elle est possible, comme par exemple dans le cas d'une spondylarthrite ankylosante.

## 2.2. LES ÉCHECS APRÈS LA PONCTION

Ils sont le plus souvent imprévisibles et de causes multiples. Dans une enquête récente incluant 3 224 rachianesthésies en obstétrique, Kinsella rapporte un taux de succès de 94 %, seulement si l'on peut dire. Tous les autres échecs sont décrits alors que l'abord de l'espace intrathécal était possible [9].

Les causes anatomiques retrouvent essentiellement les différentes formes de kystes extra-duraux contenant du LCR. Les kystes de Tarlov (incidence de 4,5 à 9 % dans la population générale adulte, en augmentation depuis les études en IRM), sont des dilatations méningées contenant du LCR, mais situées hors de l'espace sous arachnoïdien. Le reflux de LCR est possible lors de la ponction, mais l'injection de l'anesthésique local dans le kyste n'entraînera pas l'anesthésie attendue [12]. L'existence de trabéculations conjonctives ou autres structures ligamentaires sous arachnoïdiennes est maintenant bien identifiée par l'imagerie moderne ; elles constituent des obstacles à la libre diffusion des médicaments injectés dans le LCR, pouvant être responsables d'échecs imprévisibles de la rachianesthésie. Les anomalies de volume de l'espace intrathécal peuvent aussi être responsables d'échec après un bloc efficace. Spiegel et al rapportent un cas d'échec d'une rachianesthésie « banale » expliqué par un très large volume du sac intrathécal visualisé en IRM et responsable d'une dilution et d'une absence de diffusion céphalique de l'anesthésique local [13].

Les échecs liés à l'impossibilité de réaliser l'intervention prévue dans des conditions optimales sont les plus nombreux. L'extension céphalique du bloc ou sa durée insuffisante sont les causes les plus fréquentes d'échec. Dans l'enquête de Kinsella, 205 échecs sur 3 224 rachianesthésies surviennent après l'injection de la rachianesthésie, ces échecs au cours des césariennes étant définis par la douleur nécessitant une intervention de l'anesthésiste au cours de l'intervention, jusqu'à la nécessité d'une anesthésie générale [9] (Figure 1).



**Figure 1** : évaluation des causes d'échec dans une série de 3 224 rachianesthésies. Redessiné d'après Kinsella et al [9].

Enfin, des échecs liés à la solution injectée sont possibles. La résistance aux anesthésiques locaux est une cause exceptionnelle, secondaire à un polymorphisme génétique [12], et certains évoquent une fréquence plus importante d'échec au cours du diabète insulinodépendant évolué. Les modifications de pH de la solution secondaire aux mélanges sont aussi évoquées comme possiblement responsables d'échec. Enfin, des problèmes d'instabilité physico-chimique de l'anesthésique local sont souvent évoqués pour expliquer un échec incompréhensible. Cette instabilité physico-chimique avait, il y a plusieurs années, motivé le retrait en France du Citanest® (prilocaine) dans sa présentation pour rachianesthésie.

Au total, quelle que soit l'expérience de l'anesthésiste, la rachianesthésie est grevée d'un risque d'échec incompressible variant entre 2 à 3 %.

### 3. RISQUE HÉMODYNAMIQUE

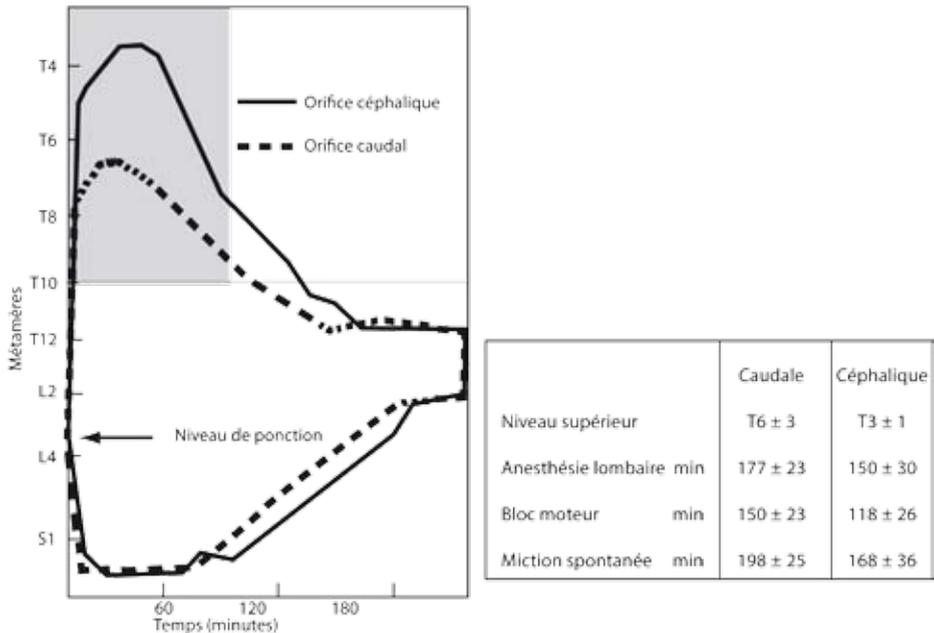
Le blocage sympathique induit par la rachianesthésie entraîne une vasodilatation habituellement responsable d'une hypotension artérielle. Son intensité augmente avec l'extension céphalique du blocage sympathique. Les répercussions de cette hypotension sont variables d'un patient à l'autre, tant au niveau

de son intensité, de ses conséquences que de la stratégie à mettre en place pour la contrôler.

### 3.1. PEUT-ON LIMITER L'EXTENSION CÉPHALIQUE DU BLOC ?

Il est possible de moduler l'extension du bloc par de nombreux moyens. L'extension céphalique de la rachianesthésie est dépendante de la dose en milligramme de l'agent injecté. Dépasser 12,5 ou 15 mg de bupivacaïne hyperbare expose à des blocs très étendus et à des effets hémodynamiques parfois sévères.

La position du patient au cours de l'installation de l'anesthésie a des effets limités. Par ailleurs, il est possible de limiter l'extension céphalique du bloc médullaire simplement en orientant l'orifice de l'aiguille de rachianesthésie vers les territoires sacrés. L'étude de Urmey et al avait montré une différence de plus de 3 métamères d'écart dans l'extension céphalique entre orifice dirigé vers le haut ou dirigé vers le bas [14]. De plus cet artifice prolonge la durée du bloc sensitivo-moteur dans les territoires lombosacrés de 30 % environ, ce qui permettrait de réduire les doses d'anesthésique local pour une chirurgie programmée de courte durée (Figure 2).



**Figure 2 :** représentation temporo-spatiale de la rachianesthésie réalisée avec une aiguille de Withacre en fonction de la position de l'orifice de l'aiguille. La position céphalique ou caudale de l'orifice de l'aiguille influence la distribution de la solution anesthésique modifiant l'extension céphalique et la durée du bloc. D'après Urmey WB et al [14]

De même, choisir une rachianesthésie unilatérale, quand elle est indiquée et possible, permet de minorer les effets hémodynamiques de la technique, réduisant la chute tensionnelle, les besoins en expansion volémique et en vasoconstricteurs [15]. Dans un collectif de 25 patients âgés opérés d'une fracture du col fémoral, la rachianesthésie réalisée avec 7,5 mg de bupivacaïne hypobare

permet une anesthésie efficace sans répercussion hémodynamique [16]. Le caractère hypobare ou hyperbare de la solution n'a pas d'importance majeure pour préserver l'hémodynamique.

Il est ainsi possible, sans renoncer au choix de la rachianesthésie, si elle est indiquée ou adaptée, d'orienter une distribution de l'anesthésie vers le côté opéré en minorant une partie des conséquences hémodynamiques du blocage sympathique [17].

Enfin, la rachianesthésie continue ou titrée est la meilleure technique pour assurer un contrôle parfait de l'hémodynamique au cours d'une rachianesthésie. Cette technique ne doit pas être considérée comme une technique d'exception, mais une technique adaptée à certaines situations pour certains patients, comme chez les patients porteurs d'un rétrécissement aortique serré ou d'une cardiomyopathie obstructive évoluée [18, 19]. L'asepsie doit être chirurgicale, lors de la mise en place du cathéter et des ré-injections. Le retrait immédiat au bloc opératoire en fin d'intervention, éventuellement après une dernière injection pour l'analgésie postopératoire, minimise les risques infectieux qui seraient associés au maintien prolongé du cathéter intrathécal pour l'analgésie postopératoire.

### **3.2. ADAPTER L'EXPANSION VOLÉMIQUE**

Le choix du soluté et du volume administré lors de l'expansion volémique au cours d'une rachianesthésie ne peut et ne doit pas être monolithique. Trois paramètres doivent être pris en considération lors de la réalisation de cette expansion volémique : les effets du bloc sympathique, la volémie du patient avant la ponction, et les pertes volémiques per et postopératoires. Les cristalloïdes sont habituellement le soluté de référence. Cependant, ils doivent être discutés dans certaines situations [20]. Plusieurs études rapportent l'intérêt des colloïdes en première intention. Chez le sujet âgé opéré d'une RTUP sous rachianesthésie, les colloïdes ont des effets équivalents aux cristalloïdes sur la baisse de la pression artérielle, mais permettent une conservation du débit cardiaque, ce qui est certainement un avantage [21].

### **3.3. CHOISIR LE VASOCONSTRICTEUR**

L'éphédrine est le vasoconstricteur de référence pour la majorité des rachianesthésies [21]. Cependant, il s'agit d'un vasoconstricteur indirect, qui agit en favorisant la libération des catécholamines endogènes (noradrénaline) à partir de leurs sites de stockage synaptique. Chez les patients chroniquement traités par inhibiteurs de l'enzyme de conversion ou par antagonistes du système rénine-angiotensine, il existe un épuisement du stock de noradrénaline endogène. Chez ces patients, les effets de l'éphédrine sont, en fonction de l'intensité du blocage de la réactivité vasculaire, limités voire inexistantes. Dans cette population de patients, si la rachianesthésie est indiquée, le traitement vasoconstricteur nécessite l'utilisation d'un sympathomimétique direct, comme la néosynéphrine [21-23] ou plus simplement l'adrénaline à dose titrée. La terlypressine a été proposée dans ce contexte. Si elle améliore la pression artérielle ses effets sur les circulations régionales, particulièrement splanchniques, ne plaident pas en sa faveur [24].

Comme pour l'expansion volémique, il est de plus en plus établi que l'éphédrine ne peut répondre à tous les besoins dans toutes les situations ; un choix raisonné du vasoconstricteur doit permettre, en association avec une

stratégie adaptée d'expansion volémique de minorer les effets tensionnels du bloc sympathique.

### 3.4. LES DIFFÉRENTES SITUATIONS CLINIQUES

Schématiquement, 4 tableaux typiques peuvent être isolés :

- La rachianesthésie du sujet jeune pour arthroscopie du genou.
- La rachianesthésie pour prothèse totale de genou sous garrot.
- La rachianesthésie pour fracture du col fémoral chez le sujet âgé.
- La césarienne.

#### 3.4.1. RACHIANESTHÉSIE DU SUJET JEUNE POUR ARTHROSCOPIE DU GENOU

Dans ce cas, il n'y a pas de perte volémique pré, per ou postopératoire. La chute tensionnelle est liée uniquement à la vasodilatation de la rachianesthésie. Sa correction repose uniquement sur les vasoconstricteurs. L'expansion volémique est inutile et néfaste (hors compensation éventuelle du jeûne, si nécessaire). Elle serait responsable du globe vésical, et dans un contexte de chirurgie ambulatoire, serait souvent responsable de l'impossibilité de sortie des patients.

#### 3.4.2. RACHIANESTHÉSIE POUR PROTHÈSE TOTALE DE GENOU SOUS GARROT

Il n'y a pas de perte volémique avant la ponction ni avant le lâchage du garrot. Dans un premier temps seuls les effets de la rachianesthésie sont à considérer. Donc, un vasoconstricteur adapté au patient sera utilisé associé à une expansion volémique réduite. Dès le lâchage du garrot, le saignement va s'ajouter à la vasodilatation pour majorer l'hypotension. L'expansion volémique devient alors indispensable. Elle doit précéder la perte volémique vraie, elle doit être adaptée en quantité et en qualité. Le recours rapide aux colloïdes de synthèse peut se justifier en fonction du saignement.

#### 3.4.3. RACHIANESTHÉSIE POUR FRACTURE DU COL FÉMORAL CHEZ LE SUJET ÂGÉ

La situation est différente car il existe une hypovolémie vraie liée à la fracture du col fémoral (1 000 ml en moyenne) avant la rachianesthésie et avant le saignement induit par la chirurgie. De plus les patients sont souvent opérés avec retard, et une hypovolémie iatrogène par défaut s'additionne à celle du saignement lié à la fracture. Dans cette situation, l'expansion volémique doit être réalisée avant la rachianesthésie pour compenser l'hypovolémie vraie. L'utilisation de colloïdes dès cette étape est légitime [16, 20]. La rachianesthésie superpose sa propre vasodilatation, dont le traitement et surtout la prévention repose sur les vasoconstricteurs dont le choix sera adapté en fonction des traitements du patient. Enfin, l'hémorragie péri-opératoire doit être traitée de façon adaptée ; le recours aux culots globulaires doit être envisagé précocement dans cette population de patients âgés, souvent cardiopathes tolérant mal l'anémie aiguë [25]. Cette hypovolémie vraie au cours de la rachianesthésie pour une chirurgie hémorragique reste encore en France une cause de mortalité sur laquelle nous devons concentrer nos efforts [25]. Enfin, les différents traitements habituellement consommés par ces patients peuvent venir déséquilibrer encore plus la situation ; les IEC, ARA et autres  $\beta$ -bloquants ne favorisant pas la réactivité vasculaire en cas d'hypovolémie brutale.

#### 3.4.4. RACHIANESTHÉSIE POUR CÉSARIENNE

Chez la femme (habituellement) jeune et non cardiopathe, la situation est un peu plus simple, à la condition de se souvenir que la femme enceinte

est dys-volémique, malgré une inflation hydrique souvent importante, que les colloïdes sont encore contre-indiqués en France dans cette situation, et qu'il existe un saignement obligatoire lié à l'intervention. L'expansion volémique par 1 000 ml de cristalloïde est la règle avant la ponction [26]... La nécessité d'un bloc sensitif élevé, entraîne un bloc sympathique encore plus élevé responsable d'une vasodilatation étendue dont il faut éviter qu'elle ne se transforme en hypotension sévère. L'éphédrine est encore souvent utilisée. Elle est de plus en plus concurrencée par la phényléphrine [22] Cependant, aucune des précautions ne permet actuellement de faire totalement disparaître le risque de l'hypotension artérielle maternelle au cours de la césarienne [27].

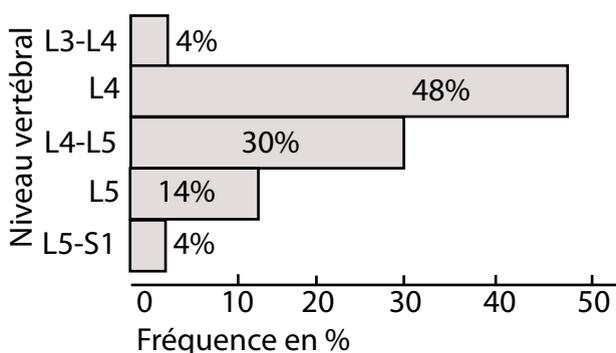
Ces 4 exemples caricaturaux montrent que l'expansion volémique afin de prévenir l'hypotension au cours d'une rachianesthésie ne peut se résumer en une proposition unique, mais doit suivre des schémas adaptés au patient.

## 4. EVITER LES COMPLICATIONS TRAUMATIQUES

### 4.1. DÉTERMINER LE NIVEAU DE PONCTION

Idéalement, pour éviter une lésion médullaire, la ponction lombaire comme la rachianesthésie doivent être réalisées en dessous du cône terminal de la moelle. Dans les traités d'Anesthésie ou de Neurologie, le niveau de ponction recommandé est la ligne intercrystale de Tuffier, qui passe habituellement au niveau du processus épineux de L4 ou l'espace inter-épineux L4-L5 ; il ne devrait plus y avoir à ce niveau de moelle mais uniquement la queue-de-cheval. Cependant, de nombreuses études viennent critiquer la validité de ce repère [28-30]. Dans une étude sur 121 parturientes à terme, la ligne de Tuffier ne passe au niveau de ses repères classiques que dans moins de 30 % des cas, et qu'elle passe au-dessus de L4 ou en dessous de L5 dans 70 % des cas [28].

Une autre étude montre que la position de cette ligne est très variable, sur 163 patients, passant au niveau de l'espace inter-épineux L3-L4 dans 4 % des cas [30]. Pour cet auteur, la ligne de Tuffier ne peut être considérée comme un repère fiable, faisant courir un risque de traumatisme médullaire [30] (Figure 3).



**Figure 3** : position réelle de la ligne de Tuffier sur 163 patients. D'après Render CA [30].

Dans une étude comparant les niveaux de la ligne intercrystale de Tuffier déterminée par la palpation des bords supérieurs des crêtes iliaques et par la radiographie, Chakravery et al montrent que ces deux techniques de localisation

n'identifient pas les mêmes niveaux vertébraux. La palpation identifie un niveau rachidien entre L3 ou L3-L4, soit au moins un espace plus haut que ce qui est supposé. Dans cette étude, le niveau est d'autant plus haut que les patients sont de sexe féminin ou que leur BMI est élevé [29]. Ces différentes études mettent en évidence la difficulté de localiser précisément en utilisant les critères anatomo-cliniques classiques le niveau optimal de ponction.

L'intérêt de l'échographie dans ce domaine semble se confirmer sur la base de plusieurs études.

L'étude de Broadbent et al sur la capacité des anesthésistes à correctement identifier un espace inter-épineux déterminé est édifiante [31]. Chez des patients devant bénéficier d'une IRM rachidienne, il a été demandé à des anesthésistes expérimentés de placer un marqueur au niveau de l'espace inter-épineux au niveau duquel il ferait une rachianesthésie et de le nommer. Puis la bonne position du marqueur est vérifiée sur l'IRM. Comme dans les autres études, l'exacte corrélation n'est atteinte que dans moins de 30 % des cas, c'est-à-dire que dans moins de 30 % des cas, un anesthésiste expérimenté est capable de dire avec exactitude le niveau exact de la ponction. Alors que les anesthésistes supposaient aborder l'espace L3-L4, l'espace T11-T12 est marqué 1 fois, et l'espace T12-L1, 8 fois ! Dans cette étude, seulement 11 % de ponctions sont réalisées au niveau ou en dessous de l'espace inter-épineux L3-L4 ; ce qui signifie que 89 % des ponctions sont réalisées au-dessus de L3-L4, de L2-L2 jusqu'en T11-T12. Toutes ces études confirment la grande difficulté à préciser l'espace inter-épineux L3-L4, et appellent à la plus grande prudence lors de sa recherche.

Il est donc nécessaire de trouver des méthodes pour assurer la précision du niveau de ponction. La palpation de la dernière côte identifiant T12, le comptage des épineuses depuis C7, ou la construction soigneuse de la ligne de Tuffier ont été proposés sans améliorer cliniquement la situation. Récemment, le repérage échographique a été proposé dans cette intention. Dans une étude sur 99 parturientes, la corrélation entre le niveau L3-L4 déterminé soit par la palpation clinique soit par les ultrasons n'est que de 29 %, alors que 69 % des anesthésistes pensent avoir piqué en L3-L4 (Tableau II) [32]. Cette étude confirme celle de Furness et al qui ne trouvait que 27 % de localisation adéquate de l'espace L3-L4 par la palpation alors que l'utilisation de l'échographie améliorerait la précision jusqu'à 71 % [33].

**Tableau II**

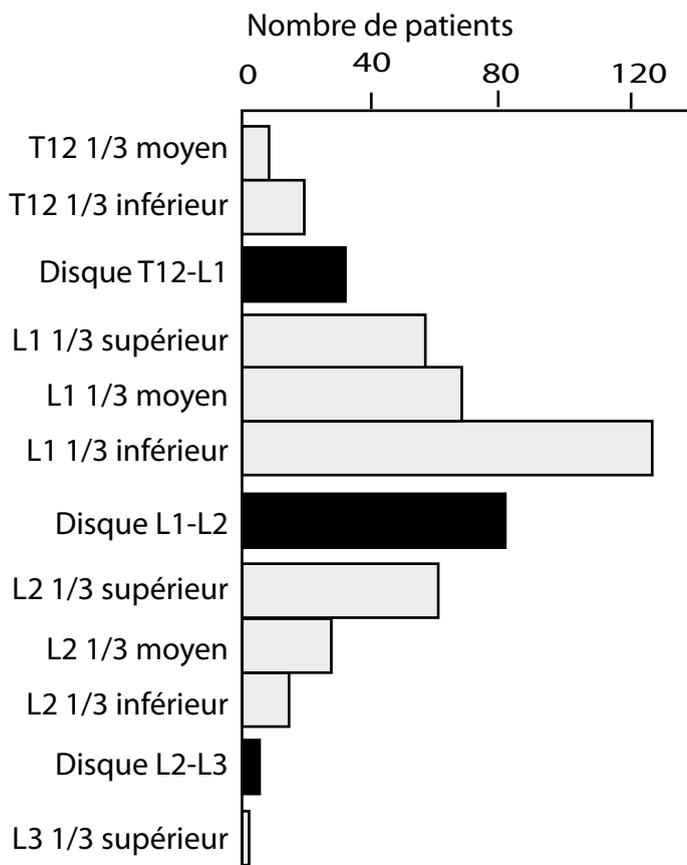
Comparaison de l'évaluation échographique et de l'évaluation clinique du niveau de ponction en rachianesthésie obstétricale. D'après Schlotterbeck et al [31].

Evaluation clinique	Evaluation échographique					
	L1-L2	L2-L3	L3-L4	L4-L5	L5-S1	total
L1-L2	0	0	0	0	0	0
L2-L3	1	6	5	2	0	14
L3-L4	4	28	29	7	1	69
L4-L5	1	4	10	1	0	16
L5-S1	0	0	0	0	0	0
Total	6	38	44	10	1	99

## 4.2. NIVEAU DU CÔNE TERMINAL DE LA MOELLE

En effet il existe des risques graves à une ponction trop céphalique. Classiquement le cône terminal de la moelle se termine en L1 ou L1-L2. En réalité la position du cône terminal de la moelle suit une distribution gaussienne, et dépasse le bord inférieur de L2 dans 20 % des autopsies systématiques. Le niveau L1-L2 est plus souvent dépassé chez la femme (43 %) que chez l'homme (27 %) [34].

L'étude en IRM de Saifuddin montre que la position de l'extrémité du cône terminal de la moelle suit une distribution gaussienne, indépendante du sexe ou de l'âge du patient chez l'adulte. Si l'on divise en 4 segments grossièrement équivalents la distance entre 2 vertèbres (disque, 1/3 sup, 1/3 moyen et 1/3 inférieur), la hauteur du cône terminal varie entre le 1/3 moyen de T12 et le tiers supérieur de L3 [5] (Figure 4).



**Figure 4 :** position de l'extrémité du cône médullaire explorée par IRM chez 504 patients. La hauteur de chaque vertèbre est divisée en 3 segments équivalents, approximativement égale à la hauteur du disque intervertébral. La position du cône terminal de la moelle suit une distribution gaussienne centrée sur le 1/3 inférieur de L1. D'après Saifuddin et al [35].

Ainsi, si la ponction était réalisée dans l'espace inter-épineux L3-L4, il ne devrait pas y avoir de risque de traumatisme médullaire. Le problème est que

la ponction est souvent réalisée au-dessus de l'espace L3-L4, et qu'il existe un risque réel de traumatisme médullaire, comme en témoignent les 7 cas de traumatismes médullaires, après des rachianesthésies, rapportés par Reynolds. Les études IRM et TDM montrent des lésions médullaires au-dessus de L3, témoignant de ponction au-dessus de l'espace L3-L4 [36]. Les 7 rachianesthésies avaient été réalisées par des praticiens expérimentés !

En pratique, le repérage clinique habituel de l'espace L3-L4 n'identifie cet espace correctement que dans 30 % des cas. L'échographie est un outil qui permettrait d'améliorer la performance. Prendre la décision de toujours piquer un espace plus bas que celui que l'on vient d'identifier, est une façon simple et efficace de réduire les risques d'une ponction trop céphalique.

## 5. EVITER LES COMPLICATIONS INFECTIEUSES

La méningite est la complication infectieuse la plus grave de la rachianesthésie. De façon anormale sa fréquence semble être en augmentation depuis plusieurs années. En 1981, dans une revue incluant plus de 65 000 rachianesthésies, seules 3 méningites étaient rapportées. En 2004, Moen et al rapportent 32 cas de méningites sur un collectif scandinave de 1 260 000 rachianesthésies sur une période de 10 ans [37]. Les publications les plus récentes évoquent une incidence de méningite après rachianesthésie comprise entre 3,7 et 7,2 pour 100 000 [38]. La particularité de ces méningites survenant au décours d'une rachianesthésie (ou d'une anesthésie péridurale) tient aux germes habituellement identifiés. En effet, les pathogènes le plus souvent mis en cause sont différents de ceux classiquement responsables de méningites communautaires ou postopératoires. Outre une série égyptienne, laissant supposer un effet centre très important, rapportant 8 cas de méningites à *pseudomonas aeruginosa* au décours de rachianesthésies [39]. Les germes les plus fréquemment retrouvés sont habituellement des cocci gram positifs, essentiellement des staphylocoques ou des streptocoques alpha-hémolytiques, le plus souvent du type *salivarius*. Ces germes sont habituellement originaires soit de la peau du patient, soit de la flore commensale des personnels au contact du patient lors de la réalisation de la ponction et qui ne portent pas de masque de protection [40]. Il s'agit donc (presque) toujours d'une faute d'asepsie : mauvaise désinfection cutanée ou masque facial absent ou défectueux.

La revue Baer [41] confirme que la majorité des germes retrouvés dans ces méningites après ponctions rachidiennes sont soit des streptocoques, dont l'espèce la plus fréquente est *s. salivarius*, ou viridans, soit des staphylocoques. Ces germes témoignent de précautions d'asepsie insuffisantes, mettant directement en cause la responsabilité de l'opérateur. Une autre étude met en évidence un « effet centre » ou plus particulièrement un « effet opérateur » particulier. Dans une série de 6 méningites après rachianesthésie survenues en 5 ans dans un même hôpital, le seul facteur commun était le même anesthésiste... [42]. Le débat actuel sur le port du masque et la nécessité des précautions d'asepsie lors de la réalisation des rachianesthésies ou ponctions lombaires illustre l'insuffisance actuelle de respect des règles fondamentales d'asepsie par la banalisation du geste [43, 44].

Si ces méningites nosocomiales secondaires à une faute d'asepsie lors de la réalisation de la rachianesthésie, sont anormalement fréquentes, elles

ne doivent pas faire oublier les risques de méningites après rachianesthésies réalisées chez les patients infectés ou fébriles. Les mécanismes par lesquels une infection systémique aboutit à une méningite sont encore très mal connus, de même que les mécanismes intimes favorisant le franchissement de la barrière hémato-méningée par les bactéries. La crainte que du sang infecté soit transporté dans le LCR lors de la ponction durale est la raison majeure pour laquelle la rachianesthésie est contre-indiquée chez le patient infecté ou fébrile. Cependant, une ponction lombaire est souvent indiquée et réalisée chez des patients septiques, bactériémiques ou fébriles sans que celle-ci ne se complique d'une méningite. Les études évoquant la responsabilité d'une ponction lombaire dans l'apparition secondaire d'une méningite sont très rares, très anciennes et très imparfaites au plan méthodologique pour que l'on puisse en tenir compte aujourd'hui [45].

Carp et Bailey avaient étudié expérimentalement la relation entre méningite et ponction durale chez le rat rendu septicémique à la suite d'une injection intra-péritonéale de *E. Coli* [46]. Seuls les rats qui avaient une bactériémie significative (plus de 50 CFU.ml<sup>-1</sup> de sang au moment du prélèvement du LCR) avaient développé une méningite. Ce taux de 50 CFU.ml<sup>-1</sup> est celui habituellement rencontré au cours d'endocardites infectieuses.

En revanche, aucun animal des trois groupes suivants :

- Rats non-bactériémiques.
- Rats bactériémiques qui n'avaient pas eu de ponction durale.
- Rats bactériémiques qui avaient reçu une antibiothérapie adaptée au germe, n'avait développé de méningite.

Cette étude montre que chez le rat septicémique au moment de la ponction durale, le risque de méningite est élevé et que le traitement antibiotique adapté au germe permet d'annuler ce risque. Cette étude comporte trop de biais pour pouvoir être, dans quelque sens que ce soit transposée chez l'homme : *E. Coli* est rarement retrouvé dans les méningites survenant après une brèche durale ; la sensibilité du germe à l'antibiotique était connue, donc son efficacité attendue, et aucun anesthésique local n'avait été injecté. C'est cette étude qui motive l'éditorial de D. Chesnut dans *Anesthesiology* contre-indiquant la rachianesthésie chez les sujets septiques sans contrôle préalable de l'infection [47]. Cette proposition semble devoir être respectée tant que le contrôle de l'infection n'est pas assuré. Une antibiothérapie adaptée au germe causal de l'infection est un deuxième point fondamental pour être autorisé à enfreindre cette proposition.

Dans quelques cas, une infection rachidienne est rapportée après anesthésie médullaire chez un patient potentiellement infecté, abcès paravertébral, spondylite, spondylodiscite ou discite isolée [48, 49]. Le principal problème de ces infections est leur révélation parfois tardive et leur évolution torpide favorisant une extension locale importante.

Enfin, il est important de réduire au minimum nécessaire les manipulations des ampoules de médicaments au cours de la préparation de la solution injectée en rachianesthésie, en se rappelant que sauf le flacon d'anesthésique local, les autres ampoules (fentanyl, sufentanil, morphine, clonidine, ...) ne sont pas conditionnées stérilement et qu'il existe un risque infectieux patent.

## 6. LE SYNDROME POST-BRÈCHE

Réaliser une rachianesthésie c'est accepter le risque d'un syndrome post-brèche durale, mais aussi accepter de le prendre en charge [50-52]. Les syndromes post-brèche durale n'ont pas totalement disparu en anesthésie, même si avec les aiguilles actuelles utilisées en anesthésie, l'incidence de cette complication s'est effondrée. Il n'est pas question d'aborder dans cette revue cette question de façon exhaustive, mais juste insister sur l'impérieuse nécessité pour l'anesthésiste confronté à un(e) patient(e) qui présente une telle complication, de le prendre en charge, lui-même ou de le confier à une équipe habituée à cette prise en charge. Un nombre non négligeable de patients est abandonné avec des syndromes post-brèche dont on sait maintenant qu'ils peuvent se prolonger sur plusieurs années, voire se pérenniser [53, 54]. De plus les complications possibles sont nombreuses et non exceptionnelles, comme les troubles de l'audition, les hématomes intracrâniens, les atteintes oculomotrices et particulièrement les syndromes céphalalgiques chroniques [55].

## 7. RÉDUIRE LES RISQUES DES MOELLES À RISQUE

### 7.1. LES RISQUES D'HÉMATOME PÉRIMÉDULLAIRE

Les traitements interagissant avec la coagulation ou l'hémostase majorent les risques d'hématomes périmédullaires au décours d'une rachianesthésie. Comme pour le bloodpatch, il n'est pas question dans cette revue de faire le point actuel du problème, mais juste de rappeler la fréquence certes faible mais toujours trop élevée.

Moen rapporte 7 hématomes périmédullaires après 1 260 000 rachianesthésies [37]. Les anticoagulants ou les antiagrégants plaquettaires sont presque toujours impliqués dans ces situations [1, 56].

### 7.2. RACHIANESTHÉSIE ET PATHOLOGIE NEUROLOGIQUE PRÉEXISTANTE

Les pathologies médullaires préexistantes comme la sclérose en plaque, la sclérose latérale amyotrophique ou les syndromes post-poliomyélites posent habituellement problèmes aux anesthésistes. Bien qu'il soit impossible de porter une conclusion définitive sur les risques de la rachianesthésie dans de telles conditions, l'exacerbation des symptômes ou des aggravations ont été rapportées après rachianesthésie [1, 2].

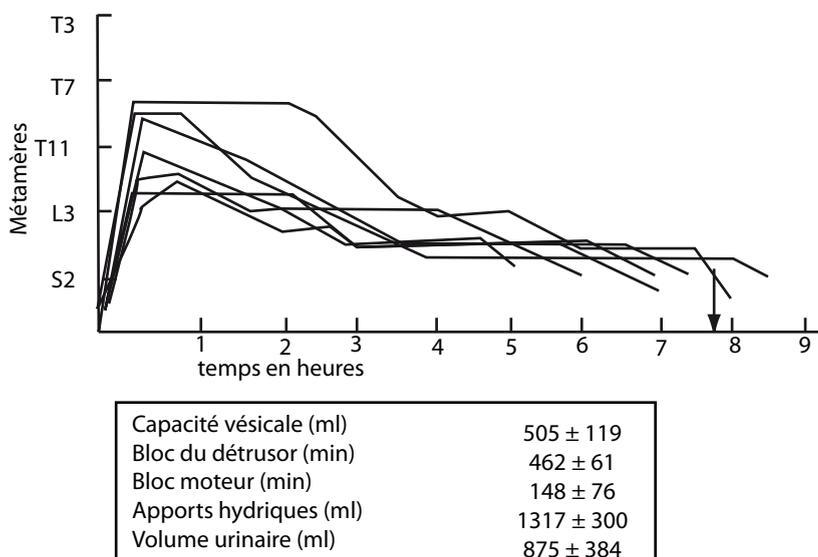
Dans ces deux situations, une réflexion argumentée sur les bénéfices et les risques de la rachianesthésie chez le patient concerné s'impose.

## 8. LA DYSFONCTION VÉSICALE

La miction est un réflexe complexe intégré au niveau spinal et supraspinal commandée par des muscles lisses (miction réflexe) et des muscles squelettiques striés permettant la rétention volontaire d'urine. La vessie possède une triple innervation, parasymphatique -S2-S4-, sympathique -Th11-L2 et somatique S2-S4. L'innervation parasymphatique est responsable d'un réflexe local passant par les nerfs splanchniques pelviens d'Eckard. De même, l'innervation sympathique s'exerce à travers une boucle locale dans laquelle interviennent des récepteurs bêta 1 et 2, et des récepteurs alpha1 (trigone, col et sphincter lisse expliquant l'action des alpha1 bloquants) [57].

La dysfonction vésicale est la complication la plus fréquente dans les 24 premières heures après une rachianesthésie. Elle est liée au blocage des racines nerveuses des ganglions et de la moelle elle-même. Les fibres autonomes étant les plus fines elles seront bloquées en premier et leur récupération sera plus tardive. Le retour à une miction normale n'est possible qu'après la levée du bloc végétatif du détrusor, qui est le dernier bloc à se lever. La possibilité d'une miction spontanée n'est possible qu'après la levée du bloc au niveau de S3.

La durée du blocage est fonction de la durée d'action de l'anesthésique local, la dysfonction vésicale étant plus prolongée avec la bupivacaïne qu'avec la lidocaïne. Le blocage du détrusor dure  $460 \pm 60$  min après l'injection de 10 mg de bupivacaïne contre  $235 \pm 30$  minutes après 100 mg de lidocaïne [58]. En conséquence le volume d'urine accumulé, dans une vessie atone est dans cette étude de  $875 \pm 385$  ml pour la bupivacaïne, vs.  $505 \pm 120$  ml avec la lidocaïne, dépassant largement les volumes d'hyper-distension de la vessie (200 à 400 ml chez l'adulte).



**Figure 5 :** caractéristiques de la rachianesthésie induite par 10 mg de bupivacaïne sur la durée du bloc sensitif (courbes individuelles des patients de l'étude) et de la dysfonction vésicale. La flèche marque la levée du bloc en S3, permettant la reprise d'une miction spontanée. D'après Kamphuis et al [58].

Les morphiniques administrés au cours de l'anesthésie, par voie intrathécale ou systémique, majore cette atteinte vésicale [59, 60]. L'action s'exerce au niveau spinal (blocage des neurones végétatifs et sensitifs sacrés) et supraspinal. Khamhuis et al ont montré que l'action des morphiniques était liée au morphinique lui-même et à la dose, les doses élevées de morphine ayant des effets plus prolongés que des doses faibles de sufentanil [59].

Dans la stratégie de prévention des effets de la dysfonction vésicale secondaire à une rachianesthésie, il est important de prendre en compte de nombreux paramètres : durée de l'intervention, choix de l'anesthésique local et du morphinique associé, importance de l'expansion volémique qui se transforme en peu de temps en « expansion vésicale ». L'expansion volémique

est certainement le paramètre le plus facile à contrôler ; les vasoconstricteurs doivent être considérés comme la meilleure alternative à l'expansion volémique en l'absence d'hypovolémie vraie. Il est ainsi nécessaire de limiter le volume de cristalloïdes perfusé et de limiter le volume urinaire, et atténuer les effets de la dysfonction vésicale. Une telle réflexion s'impose lors des rachianesthésies réalisées en anesthésie ambulatoire.

## CONCLUSION

La rachianesthésie est une remarquable technique d'anesthésie. Il n'est plus la peine d'apporter des preuves de son efficacité et de son intérêt, particulièrement en anesthésie obstétricale. Cependant, la facilité relative de sa réalisation conduit à baisser la vigilance dans sa surveillance ouvrant la porte aux complications, parfois graves ou dramatiques. En paraphrasant Moore on peut dire que la rachianesthésie restera une technique sûre d'anesthésie tant que nous serons convaincus qu'elle est potentiellement dangereuse.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Les blocs périmédullaires de l'adulte. Recommandations pour la pratique clinique. SFAR 2006, JJ El Edjam Editeur 2006 Paris
- [2] Neal JM, Bernardis CM, Hadzic A et al ASRA Practice Advisory on Neurologic Complications in Regional Anesthesia and Pain Medicine. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33:404-15.
- [3] Boon JM, Abrahams PH, Meiring JH, Welch T. Lumbar puncture: anatomical review of a clinical skill. *Clin Anat* 2004;17:544-53.
- [4] Laxenaire MC, Auroy Y, Clergue F, Péquignot F, E Jouglu E, Lienhart A. Organisation et technique de l'anesthésie. *Ann Fr Anesth Réanim* 1998 ; 17: 1317-23
- [5] Les accidents d'anesthésie en 2002. Rapport du Sou Médical 2004.
- [6] Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, et al Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002;97:1274-80.
- [7] Tarkkila PJ. Incidence and causes of failed spinal anesthetics in a university hospital: a prospective study. *Reg Anesth* 1991;16:48-51.
- [8] Pan PH, Bogard TD, Owen MD. Incidence and characteristics of failures in obstetric neuraxial analgesia and anesthesia: a retrospective analysis of 19,259 deliveries. *Int J Obstet Anesth* 2004;13:227-33.
- [9] Kinsella SM. A prospective audit of regional anaesthesia failure in 5080 Caesarean sections. *Anaesthesia* 2008;63:822-32.
- [10] Eyrolle L, Zetlaoui P, Belbachir A, Conseiller Ch. Regional anaesthesia for femoral neck fracture surgery: comparison of lumbar plexus block and spinal anaesthesia. *Br J Anaesth* 1998;78:A383.
- [11] de Filho GR, Gomes HP, da Fonseca MH, Hoffman JC, Pederneiras SG, Garcia JH. Predictors of successful neuraxial block: a prospective study. *Eur J Anaesthesiol.* 2002;19:447-51.
- [12] Hoppe J, Popham P. Complete failure of spinal anaesthesia in obstetrics. *Int J Obstet Anesth* 2007;16:250-5.
- [13] Spiegel JE, Hess P. Large intrathecal volume: a cause of true failed spinal anesthesia. *J Anesth* 2007;21:399-402.
- [14] Urmey WF, Stanton J, Bassin P, Sharrock NE. The direction of the Whitacre needle aperture affects the extent and duration of isobaric spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1997;84:337-41.
- [15] Dufeu N, Gentili M. La rachianesthésie unilatérale. *Prat Anesth Réanim* 2008;122:429-34
- [16] Khatouf M, Loughnane F, Boini S et al Rachianesthésie hypobare unilatérale chez le sujet âgé pour la chirurgie traumatique de la hanche : étude pilote. *Ann Fr Anesth Réanim* 2005;24:249-54
- [17] Casati A, Fanelli G. Unilateral spinal anesthesia. State of the art. *Minerva Anesthesiol* 2001;67:855-62.

- [18] Fuzier R, Murat O, Gilbert ML, Maguès JP, Fourcade O. Rachianesthésie continue chez deux patients avec une sténose aortique sévère. *Ann Fr Anesth Réanim* 2006;25:528-31.
- [19] Okutomi T, Kikuchi S, Amano K, Okamoto H, Hoka S. Continuous spinal analgesia for labor and delivery in a parturient with hypertrophic obstructive cardiomyopathy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002;46:329-31.
- [20] Riesmeier A, Schellhaass A, Boldt J, Suttner S. Crystalloid/colloid versus crystalloid intravascular volume administration before spinal anesthesia in elderly patients: the influence on cardiac output and stroke volume. *Anesth Analg* 2009;108:650-4.
- [21] Lee A, Ngan Kee WD, Gin T. A quantitative, systematic review of randomized controlled trials of ephedrine versus phenylephrine for the management of hypotension during spinal anesthesia for cesarean delivery. *Anesth Analg* 2002;94:920-6.
- [22] Mercier FJ, Bonnet MP, De la Dorie A. Rachianesthésie pour césarienne: remplissage, vasopresseurs et hypotension. *Ann Fr Anesth Réanim* 2007;26:688-93.
- [23] Saravanan S, Kocarev M, Wilson RC, Watkins E, Columb MO, Lyons G. Equivalent dose of ephedrine and phenylephrine in the prevention of post-spinal hypotension in Caesarean section. *Br J Anaesth* 2006;96:95-9.
- [24] Morelli A, Tritapepe L, Rocco M, et al Terlipressin versus norepinephrine to counteract anesthesia-induced hypotension in patients treated with renin-angiotensin system inhibitors: effects on systemic and regional hemodynamics. *Anesthesiology* 2005;102:12-9.
- [25] Lienhart A, Auroy Y, Péquignot F, Benhamou D, Warszawski J, Bovet M, Jouglu E. Survey of anesthesia-related mortality in France. *Anesthesiology* 2006;105:1087-97.
- [26] Hofmeyr G, Cyna A, Middleton P. Prophylactic intravenous preloading for regional analgesia in labour. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004 18;(4):CD000175.
- [27] Cyna AM, Andrew M, Emmett RS, Middleton P, Simmons SW. Techniques for preventing hypotension during spinal anaesthesia for caesarean section. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;18;(4):CD002251
- [28] Kettani A, Tachinante R, Tazi A. Évaluation de la crête iliaque comme repère anatomique de l'anesthésie rachidienne chez la femme enceinte à terme. *Ann Fr Anesth Réanim* 2006;25:501-4
- [29] Chakraverty R, Pynsent P, Isaacs K. Which spinal levels are identified by palpation of the iliac crests and the posterior superior iliac spines? *J Anat* 2007;210:232-6.
- [30] Render CA. The reproducibility of the iliac crest as a marker of lumbar spine level. *Anaesthesia* 1996;51:1070-1
- [31] Broadbent CR, Maxwell WB, Ferrie R, Wilson DJ, Gawne-Cain M, Russell R. Ability of anaesthetists to identify a marked lumbar interspace. *Anaesthesia* 2000;55:1122-6.
- [32] Schlotterbeck H, Schaeffer R, Dow WA, Touret Y, Bailey S, Diemunsch P. Ultrasonographic control of the puncture level for lumbar neuraxial block in obstetric anaesthesia. *Br J Anaesth* 2008;100:230-4
- [33] Furness G, Reilly MP, Kuchi S. An evaluation of ultrasound imaging for identification of lumbar intervertebral level. *Anaesthesia* 2002;57:277-80.
- [34] Thomson A. Fifth annual report of the committee of collective investigation of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland for the year 1893-94. *J Anat Physiol* 1894;29:35-60.
- [35] Saifuddin A, Burnett SJ, White J. The variation of position of the conus medullaris in an adult population. A magnetic resonance imaging study. *Spine* 1998;23:1452-6.
- [36] Reynolds F. Damage to the conus medullaris following spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 2001;56:238-47.
- [37] Moen V, Dahlgren N, Irestedt L. Severe neurological complications after central neuraxial blockades in Sweden 1990-1999. *Anesthesiology* 2004;101:950-9.
- [38] Schulz-Stübner S, Pottinger JM, Coffin SA, Herwaldt LA. Nosocomial infections and infection control in regional anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;52:1144-57
- [39] Kilpatrick ME, Girgis NI. Meningitis-A complication of spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1983;62:513-515.
- [40] Reynolds F. Mask masks, spinal anaesthesia and meningitis. *Anaesthesia* 2008;63:1375-6
- [41] Baer ET. Post-dural puncture bacterial meningitis. *Anesthesiology* 2006;105:381-93.
- [42] Rubin L, Sprecher H, Kabaha A, Weber G, Teitler N, Rishpon S. Meningitis following spinal anesthesia: 6 cases in 5 years. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28:1187-90.

- [43] Couzigou C, Vuong TK, Botherel AH, Aggoune M, Astagneau P. Iatrogenic *Streptococcus salivarius* meningitis after spinal anaesthesia: need for strict application of standard precautions. *J Hosp Infect* 2003;53:313-4
- [44] Reynolds F. Neurological infections after neuraxial anesthesia. *Anesthesiol Clin* 2008;26: 23-52
- [45] Wedel DJ, Horlocker TT. Regional anesthesia in the febrile or infected patient. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:324-33.
- [46] Carp H, Bailey S. The association between meningitis and dural puncture in bacteremic rats. *Anesthesiology* 1992;76:739-742.
- [47] Chestnut DH. Spinal anesthesia in the febrile patient. *Anesthesiology* 1992;76:667-9.
- [48] Malinovsky JM, Pereon Y, Bouchot O, Pinaud M. Discitis after spinal anesthesia for transurethral resection of the prostate. *Ann Fr Anesth Réanim* 2002;21:807-11.
- [49] Bajwa ZH, Ho C, Grush A, Kleeffeld J, Warfield CA. Discitis associated with pregnancy and spinal anesthesia. *Anesth Analg* 2002;94:415-6.
- [50] Candido KD, Stevens RA. Post-dural puncture headache: pathophysiology, prevention and treatment. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2003;17:451-69.
- [51] Diemunsch P, Schlotterbeck H, Pottecher J. Brèches dure-méno-arachnoïdiennes. In Plaud B ed. *Conférences d'actualisation de la SFAR 2003*. Paris : Elsevier, 2003;pp.147-170.
- [52] Gaiser R. Postdural puncture headache. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2006;19(3):249-53.
- [53] Thew M, Paech MJ. Management of postdural puncture headache in the obstetric patient. *Curr Opin Anaesthesiol* 2008;21(3):288-92.
- [54] Warwick WI, Neal JM. Beyond spinal headache : prophylaxis and treatment of low-pressure headache syndromes. *Reg Anesth Pain Med*. 2007 Sep-Oct;32(5):455-61.
- [55] Vial F, Bouaziz H, Adam A, Buisset L, Laxenaire MC, Battaglia A. Paralysie oculomotrice et rachianesthésie. *Ann Fr Anesth Réanim* 2001;20:32-35.
- [56] Horlocker TT, Wedel DJ, Benzon H et al. Regional anesthesia in the anticoagulated patient : defining the risks (the second ASRA Consensus Conference on Neuraxial Anesthesia and Anticoagulation). *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:172-97.
- [57] Pertek JP, Haberer JP. [Effets de l'anesthésie sur la miction et la rétention aigüe d'urine postopératoire. *Ann Fr Anesth Réanim* 1995;14:340-51.
- [58] Kamphuis ET, Ionescu TI, Kuipers PW, de Gier J, van Venrooij GE, Boon TA. Recovery of storage and emptying functions of the urinary bladder after spinal anesthesia with lidocaine and with bupivacaine in men. *Anesthesiology* 1998;88:310-6
- [59] Kamphuis ET, Kuipers PW, van Venrooij GE, Kalkman CJ. The effects of spinal anesthesia with lidocaine and sufentanil on lower urinary tract functions. *Anesth Analg* 2008;107:2073-8.
- [60] Kuipers PW, Kamphuis ET, van Venrooij GE, van Roy JP, Ionescu TI, Knape JT, Kalkman CJ. Intrathecal opioids and lower urinary tract function : a urodynamic evaluation. *Anesthesiology* 2004;100:2073-8