

## Efficacité comparée et tolérance de la noradrénaline versus ephedrine dans la prevention de l'hypotension induite par la rachianesthésie au cours de la césarienne

### Comparative efficacy and tolerance of noradrenaline versus ephedrine in the prevention of hypotension induced by spinal anaesthesia during caesarean section

SV Nga Nomo<sup>1</sup>, CET Binam Bikoi<sup>2</sup>, F Ateba Ndongo<sup>3</sup>, A Kuitchet<sup>4</sup>, F Binam<sup>5</sup>.

1. <sup>1</sup> Université d'Ebolowa, Université Catholique d'Afrique Centrale
2. <sup>2</sup> Institut Supérieur de Technologie Médicale de Yaoundé, Université Catholique d'Afrique Centrale
3. <sup>3</sup> Université de Garoua, Cameroun, Université Catholique d'Afrique Centrale
4. <sup>4</sup> Université de Yaoundé I, Université Catholique d'Afrique Centrale

**Auteur correspondant :** Nga Nomo serge Vivier, [serges771@gmail.com](mailto:serges771@gmail.com),

#### Résumé

**Contexte et objectifs :** L'hypotension artérielle constitue l'un des principaux effets indésirables de la rachianesthésie, en particulier lors des interventions chirurgicales telles que la césarienne. L'objectif de cette étude est de comparer l'efficacité et le profil de tolérance d'un bolus intraveineux de noradrénaline et d'éphédrine dans la prévention de l'hypotension artérielle induite par la rachianesthésie dans ce contexte spécifique. **Matériels et méthodes :** Il s'agit d'un essai contrôlé randomisé, en double aveugle, mené au sein des départements d'anesthésie et d'obstétrique du Centre Hospitalier d'Essos. Un total de 72 femmes enceintes, âgées de 20 à 40 ans et classées ASA II, ont été sélectionnées pour une césarienne électorale sous rachianesthésie. Les participantes ont été randomisées en deux groupes : le premier a reçu un bolus de noradrénaline, tandis que le second a été traité avec de l'éphédrine après la rachianesthésie. L'analyse des données a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS, version 20, avec un niveau de confiance de 95 %. **Résultats :** Les variations de la pression artérielle systolique et diastolique après rachianesthésie étaient comparables entre les deux groupes, avec des valeurs demeurant dans les limites physiologiques jusqu'à la soixantième minute postopératoire. En revanche, la fréquence cardiaque a été significativement plus élevée dans le groupe éphédrine par rapport au groupe noradrénaline tout au long de la période de surveillance. La fréquence cardiaque moyenne était nettement plus élevée dans le groupe éphédrine comparé à celui de la noradrénaline ( $P < 0,001$ ). Des effets secondaires digestifs, tels que des nausées et des vomissements, ont été rapportés dans le groupe éphédrine, sans aucun effet similaire observé dans le groupe noradrénaline. Aucun écart statistiquement significatif n'a été observé entre les deux groupes concernant le score d'Apgar à la naissance. **Conclusion :** L'administration intraveineuse de noradrénaline par bolus s'est révélée plus efficace que l'éphédrine dans la prévention de l'hypotension induite par la rachianesthésie chez les femmes enceintes, tout en affichant un profil de tolérance plus favorable.

**Mots-clés :** rachianesthésie, hypotension artérielle, césarienne électorale, noradrénaline, éphédrine.

#### Abstract

**Background and Objectives:** Hypotension is one of the main adverse effects of spinal anaesthesia, particularly during surgical interventions such as elective caesarean sections. The objective of this study is to compare the efficacy and tolerance profile of an intravenous bolus of noradrenaline and ephedrine in the prevention of hypotension induced by spinal anaesthesia in this specific context. **Materials and Methods:** This is a double-blind, randomised controlled trial conducted within the anaesthesia and obstetrics departments at the Essos Hospital Centre. A total of 72 pregnant women, aged 20 to 40 years and classified as ASA II, were selected for elective caesarean sections under spinal anaesthesia. Participants were randomised into two groups: the first group received a bolus of noradrenaline, while the second was treated with ephedrine. Data analysis was performed using SPSS software, version 20, with a 95% confidence level. **Results:** The variations in systolic and diastolic blood pressure after spinal anaesthesia were comparable in both groups, with values remaining within physiological limits up to the sixtieth minute post-operatively. However, heart rate remained significantly higher in the ephedrine group compared to the noradrenaline group throughout the observation period. The mean heart rate was significantly higher in the ephedrine group than in the noradrenaline group ( $P < 0.001$ ). The Apgar score at birth showed no significant difference between the two groups. **Conclusion:** The intravenous bolus of noradrenaline is more effective in preventing hypotension induced by spinal anaesthesia in pregnant women, while demonstrating a superior tolerance profile compared to ephedrine.

**Keywords:** spinal anaesthesia, hypotension, elective caesarean section, noradrenaline, ephedrine

**Introduction :** L'anesthésie périmédullaire, particulièrement la rachianesthésie (RA), est la technique anesthésique de choix pour les césariennes électives [1,2,3]. Cependant, l'un des principaux inconvénients demeure l'hypotension artérielle maternelle [4,5,6], qui peut réduire le débit sanguin cardiaque maternel et compromettre la perfusion utéroplacentaire. Ces effets cardiovasculaires sont directement liés à l'ampleur du bloc sympathique induit par la RA [6]. Une césarienne nécessite un bloc sensitif atteignant le niveau de T5 pour prévenir la douleur viscérale résiduelle, ce qui induit également un bloc sympathique important et durable [7]. Depuis longtemps, la prévention de l'hypotension artérielle post-rachianesthésie par pré-remplissage et/ou co-remplissage vasculaire avec les cristalloïdes ou les colloïdes, en association avec des vasopresseurs tels que l'éphédrine ou la phényléphrine, est couramment pratiquée [5,7,8]. Bien que la phényléphrine, agoniste  $\alpha$ -adrénergique, ait largement remplacé l'éphédrine dans cette indication, la noradrénaline a récemment été introduite en raison de son puissant effet  $\alpha$ -adrénergique et de sa faible activité  $\beta$ -adrénergique [9,10]. En Afrique francophone subsaharienne, l'éphédrine reste le vasopresseur principal pour gérer l'hypotension post-rachianesthésie. Cette étude avait pour objectif de comparer l'efficacité et la sécurité d'emploi des bolus intraveineux de noradrénaline et d'éphédrine dans la gestion de l'hypotension artérielle induite par la RA au cours de la césarienne élective. **Matériel et Méthodes :** Il s'agit d'un essai contrôlé randomisé en double aveugle mené dans les départements d'anesthésie et d'obstétrique du Centre Hospitalier Essos sur une période de 6 mois, allant de Janvier à Juin 2023. Le Centre Hospitalier Essos (CHE), hôpital de référence au Cameroun, a été inauguré le 19 avril 1978. Il a évolué au fil des années avec une spécialisation accrue de ses services et dispose actuellement de 220 lits d'hospitalisation. Les critères d'inclusion de l'étude concernaient les femmes enceintes ayant une indication pour une césarienne élective sous rachianesthésie, âgées de 20 à 40 ans, présentant une grossesse à terme et classées ASA 2 selon l'« American Society of anesthesiologist ». Les participantes devaient également avoir consenti librement à prendre part à l'étude. Les critères d'exclusion comprenaient les femmes sous bêta-bloquants et celles présentant un échec de la RA. La collecte des données s'est effectuée à l'aide d'une grille d'observation structurée en deux parties : la première partie concernait les caractéristiques sociodémographiques des participantes, et la seconde partie, les paramètres cliniques tels que la pression artérielle, la fréquence cardiaque, les médicaments administrés, ainsi que le profil de tolérance des participantes (nausées, vomissements, score d'Apgar à la naissance). La taille de l'échantillon a été déterminée à l'aide de la

formule de Cochran [11], en tenant compte d'un intervalle de confiance de 95% (1,96) et d'une marge d'erreur de 0,05. Étant donné que le taux de césarienne en Afrique subsaharienne varie entre 5 et 15% par an [12] :  $n = z^2 \times p (1 - p) / m^2 = 32$  Où  $n$  = taille minimale de l'échantillon.  $Z$  = niveau de confiance (la valeur typique pour un niveau de confiance de 95% est 1,96).  $P$  = prévalence de la césarienne en Afrique subsaharienne (10%)  $m$  = marge d'erreur à 5%. La taille minimale calculée de l'échantillon est de :  $n = 32$  pour chaque groupe. Les participants inclus dans l'étude ont été répartis en deux groupes de 36 membres chacun, grâce à un tirage au sort effectué de manière aléatoire. Les numéros pairs ont été assignés au groupe recevant la noradrénaline, tandis que les numéros impairs ont été attribués au groupe recevant l'éphédrine. Cette étude a été approuvée par le comité d'éthique de la Faculté des Sciences de la Santé de l'Université Catholique d'Afrique Centrale. Un consentement éclairé a été obtenu auprès de toutes les participantes. Le groupe 1 (noradrénaline) a reçu un bolus intraveineux de 10  $\mu$ g de noradrénaline, et le groupe 2 (éphédrine) a reçu un bolus intraveineux de 10 mg d'éphédrine. Les médicaments ont été préparés de manière à être indiscernables entre les groupes par une infirmière anesthésiste (non impliquée dans l'étude), qui les a placés dans des seringues de même taille et forme, étiquetées 1 et 2. En salle d'opération, une voie veineuse périphérique a été installée chez toutes les patientes, et un pré-remplissage vasculaire avec du Ringer lactate à raison de 10 ml/kg a été administré. Les paramètres de base ont été enregistrés à l'aide d'un moniteur multiparamétrique (Mindray uMEC), incluant la fréquence cardiaque, la pression artérielle systolique, diastolique et moyenne. La rachianesthésie a été réalisée avec une aiguille Quincke 25 G, suivie de l'injection de 10 mg de bupivacaïne hyperbare à 0,5 % et de 2,5  $\mu$ g de fentanyl dans le canal rachidien. Les patientes ont ensuite été installées en décubitus dorsal. Immédiatement après la rachianesthésie, le groupe 1 a reçu un bolus de 10  $\mu$ g de noradrénaline IV, et le groupe 2 a reçu 10 mg d'éphédrine IV. Les pressions artérielles et la fréquence cardiaque ont été monitorées toutes les deux minutes jusqu'à la dixième minute, puis toutes les cinq minutes jusqu'à la quinzième minute, et enfin toutes les dix minutes jusqu'à la fin de l'intervention. En cas d'hypotension artérielle (pression artérielle systolique < 90 mm Hg) ou de bradycardie (fréquence cardiaque < 60 bpm), des doses supplémentaires d'éphédrine (10 mg) et d'atropine (0,5 mg) ont été administrées. La survenue des nausées et de vomissements a également été suivie, ainsi que le score d'Apgar à une et cinq minutes après la naissance. L'analyse des données a été réalisée avec le logiciel SPSS version 20.

Des statistiques descriptives (tableaux, fréquences en pourcentage, moyennes et écarts-types) ont été utilisées pour décrire les variables. Un test t indépendant a permis de comparer les moyennes de la pression artérielle systolique et diastolique ainsi que de la fréquence cardiaque entre les deux groupes. Le test du chi carré et le test exact de Fisher ont été utilisés pour comparer les variables catégorielles. Une valeur de  $p$  inférieure à 0,05 a été considérée comme statistiquement significative. **Résultats :** Au cours de la période de recrutement, 72 participantes ont été sélectionnées et réparties de manière aléatoire en deux groupes égaux, avec 36 participants chacun. Le groupe 1 a reçu un bolus prophylactique

intraveineux de noradrénaline, tandis que le groupe 2 a reçu un bolus prophylactique intraveineux d'éphédrine immédiatement après la rachianesthésie. Les caractéristiques sociodémographiques des participantes étaient comparables entre les deux groupes, sans différence statistiquement significative ( $P=0,603$ ). L'âge moyen des femmes enceintes était de  $27,55 \pm 7,5$  ans pour le groupe noradrénaline et de  $28,02 \pm 7,56$  ans pour le groupe éphédrine ( $P=0,603$ ). Les caractéristiques sociodémographiques sont représentées au **tableau 1**.

**Tableau 1 :** Caractéristiques sociodémographiques des participants

| Caractéristiques                                     | Groupe Noradrénaline<br>n (%) | Groupe Ephédrine<br>(n %) | P     |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------|
| <b>Tranche d'âge (années)</b>                        |                               |                           |       |
| [20-35[                                              | 27 (75)                       | 24 (66,6)                 |       |
| $\geq 35$                                            | 9 (25)                        | 12 (33,3)                 |       |
| <b>Âge médian</b>                                    | $27,55 \pm 7,5$               | $28,02 \pm 7,56$          | 0,603 |
| <b>Terme de la grossesse (semaines d'aménorrhée)</b> |                               |                           |       |
| [37-42]                                              | 27 (75)                       | 33 (92)                   |       |
| $>42$                                                | 9 (25)                        | 3 (8)                     |       |
| <b>Total</b>                                         | 36                            | 36                        |       |

Concernant les pressions artérielles systolique et diastolique et la fréquence cardiaque, aucune différence significative n'a été notée entre les paramètres de base c'est-à-dire au moment de l'admission en salle d'opération (**tableau 2**). La

variabilité (écart-type) est comparable entre les groupes, ce qui suggère qu'il y a une répartition similaire des données au sein de chaque groupe.

**Tableau 2 :** Paramètres hémodynamiques de base

| Variable                                              | Fréquence cardiaque<br>(/min) | Pression artérielle systolique<br>(mmHg) | Pression artérielle diastolique<br>(mmHg) |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Moyenne (écart type)</b>                           | 93 (10,47)                    | 120 (15)                                 | 75 (10)                                   |
| <b>Minimum</b>                                        | 70                            | 100                                      | 60                                        |
| <b>Maximum</b>                                        | 115                           | 150                                      | 90                                        |
| <b>Groupe 2 (moyenne <math>\pm</math> écart-type)</b> | 93 (10,47)                    | 120 (15)                                 | 75 (10)                                   |
| <b>Groupe 1 (moyenne <math>\pm</math> écart-type)</b> | 100,33 (11,98)                | 125 (18)                                 | 80 (12)                                   |

Le **tableau 3** présente l'évolution de la **pression artérielle systolique et de la pression artérielle diastolique moyennes** à différents temps après la RA, en comparant l'**administration de noradrénaline** et d'**éphédrine**. Les mesures sont fournies en **moyenne  $\pm$  écart-type (ET)** pour chaque traitement à chaque temps d'évaluation. La **Noradrénaline** et l'**éphédrine** maintiennent toutes deux une pression artérielle systolique et diastolique

relativement stable après la rachianesthésie, bien qu'il existe des différences dans la réponse initiale. Au début (2 à 4 minutes), l'**éphédrine** induit des pressions artérielles plus élevées que la **noradrénaline**, mais après 10 minutes, les effets des deux traitements deviennent assez similaires. Sur la durée (30 à 60 minutes), la pression artérielle reste relativement stable dans les deux groupes, avec de petites fluctuations

**Tableau 3 : pressions artérielles systoliques et pressions artérielle diastoliques moyennes après la rachianesthésie**

| Temps de mesure de la pression artérielle après la RA | Pression artérielle systolique moyenne (mmHg) | Pression artérielle diastolique moyenne (mmHg) |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Temps d'évaluation                                    | Noradrénaline (Moyenne $\pm$ ET)              | Éphédrine (Moyenne $\pm$ ET)                   |
| 2 min                                                 | 123,08 $\pm$ 19,15                            | 129,71 $\pm$ 10,39                             |
| 4 min                                                 | 121,07 $\pm$ 17,08                            | 122,54 $\pm$ 14,21                             |
| 5 min                                                 | 110,12 $\pm$ 12,23                            | 110,85 $\pm$ 12,58                             |
| 10 min                                                | 108,23 $\pm$ 11,71                            | 107,87 $\pm$ 14,36                             |
| 15 min                                                | 109,57 $\pm$ 17,56                            | 106,33 $\pm$ 19,47                             |
| 20 min                                                | 108,45 $\pm$ 13,09                            | 109,89 $\pm$ 10,28                             |
| 30 min                                                | 109,89 $\pm$ 12,88                            | 107,62 $\pm$ 9,05                              |
| 40 min                                                | 110,57 $\pm$ 12,87                            | 112,65 $\pm$ 10,18                             |
| 45 min                                                | 113,22 $\pm$ 12,35                            | 112,08 $\pm$ 10,34                             |
| 60 min                                                | 111,63 $\pm$ 12,79                            | 109,87 $\pm$ 10,87                             |

Le tableau 4 montre la comparaison de la **fréquence cardiaque moyenne** entre **noradrénaline** et **éphédrine** à différents temps après la RA. À chaque moment de mesure, la **fréquence cardiaque** est plus élevée dans le groupe **éphédrine** par rapport au groupe **noradrénaline**, surtout au début (2-15 minutes). Les différences entre les deux groupes

semblent se réduire progressivement au fil du temps. Certaines valeurs de **P-value** suggèrent que les différences sont statistiquement significatives (par exemple, à 2, 5 et 15 minutes). En revanche, à partir de 20 minutes, les écarts deviennent moins marqués et les différences ne sont plus significatives, indiquant une normalisation progressive.

**Tableau 4 : fréquence cardiaque moyenne après la RA**

| Temps d'évaluation | Noradrénaline (Moyenne $\pm$ ET) | Éphédrine (Moyenne $\pm$ ET) | P-value |
|--------------------|----------------------------------|------------------------------|---------|
| 2 min              | 98,29 $\pm$ 18,02                | 112,39 $\pm$ 15,29           | 0,03    |
| 4 min              | 96,09 $\pm$ 16,05                | 108,91 $\pm$ 18,34           | 0,04    |
| 5 min              | 90,17 $\pm$ 11,45                | 109,25 $\pm$ 12,85           | 0,01    |
| 10 min             | 92,85 $\pm$ 13,07                | 104,52 $\pm$ 13,52           | 0,06    |
| 15 min             | 96,33 $\pm$ 12,41                | 112,27 $\pm$ 10,22           | 0,02    |
| 20 min             | 88,04 $\pm$ 10,22                | 96,33 $\pm$ 7,74             | 0,12    |
| 30 min             | 92,86 $\pm$ 13,83                | 101,83 $\pm$ 10,15           | 0,08    |
| 40 min             | 94,34 $\pm$ 12,27                | 107,08 $\pm$ 10,05           | 0,04    |
| 45 min             | 93,75 $\pm$ 12,01                | 107,51 $\pm$ 10,34           | 0,07    |
| 60 min             | 91,25 $\pm$ 10,65                | 103,13 $\pm$ 10,87           | 0,05    |

Aucun cas de nausées ou vomissements n'a été observé dans le groupe **noradrénaline**, tandis que 2 (5,55%) cas ont été enregistrés dans le groupe **éphédrine**. Cela suggère que le groupe **noradrénaline** a une meilleure tolérance gastro-intestinale. Le score moyen d'Apgar à la **1ère minute** est légèrement plus élevé dans le groupe **noradrénaline** (8,64  $\pm$  0,17) comparé au groupe **éphédrine** (8,54  $\pm$  0,21), mais la **P-value** de **1,13** montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes. À la **5ème**

**minute**, les scores d'Apgar sont également similaires, avec un score moyen légèrement plus élevé dans le groupe **noradrénaline** (9,97  $\pm$  0,29) comparé au groupe **éphédrine** (9,77  $\pm$  0,29), et une **P-value** de **1,74**, indiquant qu'il n'y a pas de différence significative. Ces résultats suggèrent une tolérance similaire entre les deux groupes en termes de scores d'Apgar, mais le groupe **noradrénaline** semble présenter moins de complications telles que les nausées et vomissements.

Tableau 5 : Profil de tolérance

| Variable                                                   | Groupe noradrénaline<br>n(%) | Groupe éphédrine<br>n(%) | P-value |
|------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------|
| <b>Nausées et vomissements (complications maternelles)</b> |                              |                          |         |
| Oui                                                        | -                            | 2 (5,55%)                |         |
| Non                                                        | 36 (100%)                    | 34 (94,44%)              |         |
| <b>Score moyen d'Apgar à la naissance</b>                  |                              |                          |         |
| 1ère minute de vie                                         | 8,64 ± 0,17                  | 8,54 ± 0,21              | 1,13    |
| 5ème minute de vie                                         | 9,97 ± 0,29                  | 9,77 ± 0,29              | 1,74    |

**Discussion :** Malgré les avancées significatives réalisées au cours des dix dernières années dans la réduction de la morbidité et de la mortalité associées à la rachianesthésie en obstétrique, l'hypotension artérielle maternelle, observée dans 55 % à 90 % des cas, demeure un défi majeur [4]. Cette hypotension artérielle, doit être évitée pour prévenir des complications potentiellement fatales tant pour la mère que pour le fœtus. À cet égard, des recommandations ont été établies, en particulier la combinaison prophylactique de phényléphrine et d'éphédrine, ainsi que le remplissage vasculaire par cristalloïdes, qui constituent les premières lignes de prévention [4,5,13]. En Afrique subsaharienne, l'éphédrine reste largement employée, probablement en raison de son coût modeste, et est souvent le seul vasopresseur disponible dans les salles de césarienne. Cependant, plusieurs études récentes suggèrent que la noradrénaline pourrait devenir le vasopresseur de choix dans la prévention de l'hypotension induite par la rachianesthésie lors de la césarienne, en raison des nombreux avantages qu'elle offre son profil pharmacologique [14,15]. Dans le cadre de notre étude, les caractéristiques sociodémographiques étaient comparables entre les deux groupes. L'âge moyen était de 27,55 ± 7,5 ans pour le groupe noradrénaline et de 28,02 ± 7,56 ans pour le groupe éphédrine, sans différence statistiquement significative (P=0,603). Le groupe d'âge le plus représenté était celui des femmes d'âge ≤ 35 ans. La jeunesse de notre population d'étude est conforme aux résultats rapportés dans plusieurs études africaines sur la césarienne [16]. Les taux de fertilité générale par groupe d'âge suivent le modèle classique observé dans les pays à forte fertilité [17,18]. Ce modèle se caractérise par une fertilité précoce élevée (138 pour les 15-19 ans), augmentant rapidement pour atteindre des pics à 20-24 ans (236) et 25-29 ans (231), avant de demeurer élevée à long terme (194 pour les 30-34 ans et 126 pour les 35-39 ans), puis de décroître rapidement et de manière significative [16,17,18]. Le suivi comparatif des profils de pression artérielle systolique et diastolique n'a révélé aucune différence statistiquement

significative entre le groupe noradrénaline et le groupe éphédrine après l'administration prophylactique respective de ces deux vasopresseurs. Les profils hémodynamiques sont restés globalement stables et dans les limites physiologiques dans les deux groupes. Nos résultats sont en concordance avec ceux de Manouchehrian N et al. dans leur étude comparative des bolus intraveineux de noradrénaline et d'éphédrine pour la prévention de l'hypotension post-rachianesthésie lors de la césarienne : un essai clinique contrôlé randomisé en double aveugle [19]. Leur étude a montré que, bien que les deux vasopresseurs aient été efficaces pour prévenir l'hypotension lors de la césarienne sous rachianesthésie, la tachycardie était moins fréquemment observée avec la noradrénaline. De même, dans une étude rétrospective menée par Martins-Baltar A et al. [20] portant sur 123 césariennes sous rachianesthésie réalisées à l'hôpital de Limoges en 2021, la comparaison de deux protocoles (un mélange de phényléphrine (25 µg/mL) et d'éphédrine (1,5 mg/mL) versus de la noradrénaline diluée à 10 µg/mL) a montré que le groupe noradrénaline présentait une réduction significative de l'incidence de l'hypotension artérielle systolique avant l'extraction fœtale (p = 0,007), des nausées et vomissements (p = 0,002), ainsi qu'une durée d'hypotension systolique peropératoire plus courte (p = 0,004). Ces résultats ont conduit à la conclusion que le protocole à base de noradrénaline était supérieur au mélange phényléphrine-éphédrine pour le maintien de la pression artérielle maternelle pendant la césarienne. La dépression du système cardiovasculaire induite par la rachianesthésie lors de la césarienne est directement liée à l'ampleur du bloc sympathique généré par cette anesthésie [21]. L'hypotension artérielle maternelle qui en découle résulte de la vasodilatation, tant artérielle que veineuse, secondaire au bloc des fibres sympathiques dans les territoires affectés [4,6]. Ce phénomène est probablement exacerbé par la compression de la veine cave inférieure induite par l'utérus gravidique, particulièrement en position de décubitus dorsal.

En ce qui concerne les mécanismes pharmacologiques d'action, la noradrénaline se distingue de l'éphédrine par son action prédominante sur les récepteurs alpha, un effet plus modéré sur les récepteurs beta-1, et son absence d'effet sur les récepteurs beta-2 [10]. La principale propriété de la noradrénaline réside dans sa capacité à provoquer une vasoconstriction généralisée, à l'exception des dilatations coronaires résultant d'une augmentation de la consommation d'oxygène [9,15]. De son côté, l'éphédrine est une amine sympathomimétique qui agit directement sur les récepteurs alpha et bêta, tout en augmentant indirectement la libération de noradrénaline à partir des granules de stockage adrénergiques et en stimulant la recapture de la monoamine oxydase mitochondriale de manière compétitive [21]. Bien que les effets qualitatifs de la noradrénaline et de l'éphédrine soient similaires en périphérie, ils apparaissent plus rapidement avec la noradrénaline [10,21,22]. Les mécanismes d'action proches de ces deux molécules pourraient ainsi expliquer les résultats similaires obtenus dans la prévention de l'hypotension artérielle maternelle induite par la rachianesthésie dans les deux groupes de notre étude. En ce qui concerne la fréquence cardiaque, nous avons observé une tendance marquée à la tachycardie dans le groupe éphédrine (groupe 2), par rapport au groupe contrôle, avec une différence statistiquement significative ( $P < 0,05$ ). Il est important de souligner qu'aucun cas de bradycardie n'a été enregistré dans aucun des groupes. Un résultat similaire a été rapporté dans l'étude de Manouchehrian N et al. [19], où la fréquence cardiaque moyenne était significativement plus basse dans le groupe noradrénaline que dans le groupe éphédrine ( $P < 0,001$ ). En revanche, l'étude de Martins-Baltar A et al. [20] n'a pas mis en évidence de différence significative entre les deux groupes en ce qui concerne l'apparition de bradycardie ou de tachycardie. De plus, dans une étude menée par Ali Elnabity et al. [23], comparant la noradrénaline à l'éphédrine pour maintenir la pression artérielle pendant la rachianesthésie pour césarienne, les résultats ont montré que le nombre d'épisodes d'hypotension, d'hypertension, ainsi que la fréquence de la bradycardie et de la tachycardie étaient significativement plus faibles dans le groupe noradrénaline par rapport au groupe éphédrine ( $P = 0,02, 0,003, 0,0002, \text{ et } 0,008$ , respectivement). Les auteurs ont conclu que la noradrénaline est un médicament efficace et puissant pour contrer les effets hémodynamiques de l'anesthésie spinale pendant la césarienne [23]. Pharmacodynamiquement, l'éphédrine augmente la pression artérielle principalement en stimulant la fréquence cardiaque, le débit cardiaque et en augmentant de manière variable la résistance périphérique [24,25]. L'éphédrine agit comme un agoniste des récepteurs

alpha-1, beta-1 et beta-2 [25]. La stimulation des récepteurs bêta-1 induit des effets inotropes et chronotropes prononcés [9,19,25]. À l'inverse, l'effet de la noradrénaline sur les récepteurs bêta-1 est plus modéré que celui de l'éphédrine [26,27], ce qui pourrait expliquer la différence observée dans notre étude en termes de fréquence cardiaque. Au regard des résultats obtenus dans notre étude, le profil de tolérance semble être meilleur avec l'utilisation prophylactique de la noradrénaline pour la prévention de l'hypotension induite par l'anesthésie spinale lors de la césarienne. En effet, les scores d'Apgar à la naissance étaient comparables entre les deux groupes, tant à la première minute ( $P = 1,13$ ) qu'à la cinquième minute ( $P = 1,74$ ) après la naissance, indiquant un impact néonatal similaire dans les deux groupes. Par ailleurs, deux cas de nausées et vomissements, ainsi qu'un cas d'hypotension, ont été rapportés dans le groupe éphédrine. Nos résultats rejoignent ceux de Manouchehrian N et al. [19], qui ont également observé que la noradrénaline et l'éphédrine étaient toutes deux efficaces pour prévenir l'hypotension pendant la césarienne sous rachianesthésie, mais que la tachycardie était moins fréquemment rencontrée avec la noradrénaline. De plus, les résultats d'Elagamy A.E. et al. soutiennent l'idée de la noradrénaline comme un vasopresseur alternatif pour maintenir la pression artérielle maternelle pendant l'anesthésie spinale pour césarienne, sans impact négatif sur le pronostic néonatal [28].

**Conclusion :** L'hypotension artérielle induite par la rachianesthésie au cours de la césarienne représente un événement indésirable majeur susceptible de compromettre le pronostic maternofoetal. Elle nécessite une prévention rigoureuse et un traitement rapide si elle se manifeste durant la procédure anesthésique. L'utilisation prophylactique du bolus intraveineux de noradrénaline émerge comme une alternative prometteuse dans cette indication, en particulier dans les pays à revenu moyen et faible, en raison de son meilleur profil de tolérance maternelle par rapport à l'éphédrine. La mise en place d'une stratégie optimale pour prévenir les complications hémodynamiques associées à la rachianesthésie lors de la césarienne s'inscrit dans un cadre global visant à atteindre les objectifs de développement durable, notamment la réduction de la mortalité maternelle et l'élimination des décès évitables des nouveau-nés d'ici 2030, conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé. La principale limite de notre étude réside dans la petite taille de l'échantillon ainsi que le caractère monocentrique de l'étude, ce qui peut restreindre la portée et la généralisation de nos résultats. Afin de valider et de consolider ces conclusions, des études de cohorte plus larges, réalisées dans plusieurs centres, seraient nécessaires.

Cela permettrait non seulement d'augmenter la généralisabilité des résultats, mais aussi d'améliorer la fiabilité des données obtenues, en prenant en

compte une plus grande diversité de populations et de pratiques cliniques.

## References

1. **Watson SE, Richardson AL, Lucas DN.** Neuraxial and general anaesthesia for caesarean section. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2022;36(1):53-68. doi:10.1016/j.bpa.2022.04.007
2. **Dresner MR, Freeman JM.** Anaesthesia for caesarean section. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2001;15(1):127-143. doi:10.1053/beog.2000.0153.
3. **Bjørnstad E, Rosseland LA.** Anestesi ved keisersnitt [Anaesthesia for Caesarean section]. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 2010;130(7):748-751. doi:10.4045/tidsskr.08.0282.
4. **Yu C, Gu J, Liao Z, Feng S.** Prediction of spinal anesthesia-induced hypotension during elective cesarean section: a systematic review of prospective observational studies. *Int J Obstet Anesth.* 2021;47:103175. doi:10.1016/j.ijoa.2021.103175.
5. **Fitzgerald JP, Fedoruk KA, Jadin SM, Carvalho B, Halpern SH.** Prevention of hypotension after spinal anaesthesia for caesarean section: a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Anaesthesia.* 2020;75(1):109-121. doi:10.1111/anae.14841.
6. **Massoth C, Töpel L, Wenk M.** Hypotension after spinal anesthesia for cesarean section: how to approach the iatrogenic sympathectomy. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2020;33(3):291-298. doi:10.1097/ACO.0000000000000848.
7. **Šklebar I, Bujas T, Habek D.** Spinal anaesthesia-induced hypotension in obstetrics: prevention and therapy. *Acta Clin Croat.* 2019;58(Suppl 1):90-95. doi:10.20471/acc.2019.58.s1.13.
8. **Bennasr L, Ben Marzouk S, Ajili Z, et al.** Prevention of hypotension during spinal anesthesia for elective caesarean section: coloadng with HAE 130/0.4 vs normal saline solution. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2014;33(12):643-647. doi:10.1016/j.annfar.2014.10.004.
9. **Li Y, Shuai B, Huang H.** Prophylactic intravenous norepinephrine for the prevention of hypotension during spinal anesthesia for elective cesarean section: a systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Pharmacol.* 2023;14:1247214. Published 2023 Sep 19. doi:10.3389/fphar.2023.1247214.
10. **Motiejunaite J, Amar L, Vidal-Petiot E.** Adrenergic receptors and cardiovascular effects of catecholamines. *Ann Endocrinol (Paris).* 2021;82(3-4):193-197. doi:10.1016/j.ando.2020.03.012.
11. **Viechtbauer W, Smits L, Kotz D, et al.** A simple formula for the calculation of sample size in pilot studies. *J Clin Epidemiol.* 2015;68(11):1375-1379. doi:10.1016/j.jclinepi.2015.04.014.
12. **Betran AP, Ye J, Moller AB, Souza JP, Zhang J.** Trends and projections of caesarean section rates: global and regional estimates. *BMJ Glob Health.* 2021;6(6):e005671. doi:10.1136/bmjgh-2021-005671.
13. **Chooi C, Cox JJ, Lumb RS, et al.** Techniques for preventing hypotension during spinal anaesthesia for caesarean section. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;7(7):CD002251. Published 2020 Jul 1. doi:10.1002/14651858.CD002251.pub4
14. **Xue X, Lv X, Ma X, Zhou Y, Yu N, Yang Z.** Prevention of spinal hypotension during cesarean section: A systematic review and Bayesian network meta-analysis based on ephedrine, phenylephrine, and norepinephrine. *J Obstet Gynaecol Res.* 2023;49(7):1651-1662. doi:10.1111/jog.15671

15. **Biricik E, Ünlügenç H.** Vasopressors for the Treatment and Prophylaxis of Spinal Induced Hypotension during Caesarean Section. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2021;49(1):3-10. doi:10.5152/TJAR.2020.70. <https://www.macrotrands.net/global-metrics/countries/CMR/cameroon/fertility-rate>. Consulted on 05/09/2024 at 7:38 p.m.
16. **Ohuma EO, Moller AB, Bradley E, et al.** National, regional, and global estimates of preterm birth in 2020, with trends from 2010: a systematic analysis [published correction appears in *Lancet*. 2024 Feb 17;403(10427):618. doi: 10.1016/S0140-6736(24)00267-8]. *Lancet*. 2023;402(10409):1261-1271. doi:10.1016/S0140-6736(23)00878-4.
17. **Amegah AK.** New estimates of preterm birth: data gaps and quality issues linger. *Lancet*. 2023;402(10409):1215-1217. doi:10.1016/S0140-6736(23)01359-4
18. **Manouchehrian N, Jeyriaee N, Hoseini S.** Comparison of the Effect of Intravenous Bolus Norepinephrine and Ephedrine on Prevention of Post Spinal Hypotension in Cesarean Section: a Randomized Double-Blind Clinical Trial. *Maedica (Bucur).* 2022;17(4):833-839. doi:10.26574/maedica.2022.17.4.833
19. **Martins-Baltar Alexandre,** *Noradrénaline versus Phényléphrine-Ephédrine au cours de la césarienne sous rachianesthésie*, thèse d'exercice, Limoges, Université de Limoges, 2022. Disponible sur <https://aurore.unilim.fr/ori-oai-search/notice/view/unilim-ori-120551>.
20. **Statler AK, Maani CV, Kohli A.** Ephedrine. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; May 8, 2023.
21. **Jentzer JC, Hollenberg SM.** Vasopressor and Inotrope Therapy in Cardiac Critical Care. *J Intensive Care Med.* 2021;36(8):843-856. doi:10.1177/0885066620917630.
22. **Ali Elnabtity, A. M., & Selim, M. F.** (2018). Norepinephrine versus Ephedrine to Maintain Arterial Blood Pressure during Spinal Anesthesia for Cesarean Delivery: A Prospective Double-blinded Trial. *Anesthesia, essays and researches*, 12(1), 92–97. [https://doi.org/10.4103/aer.AER\\_204\\_17](https://doi.org/10.4103/aer.AER_204_17).
23. **Kotani Y, Di Gioia A, Landoni G, Belletti A, Khanna AK.** An updated "norepinephrine equivalent" score in intensive care as a marker of shock severity. *Crit Care.* 2023;27(1):29. Published 2023 Jan 20. doi:10.1186/s13054-023-04322-y.
24. **Simons C.** The Safety and Efficacy of Peripherally Administered Norepinephrine during the Perioperative Period. *AANA J.* 2022;90(5):387-395.
25. **Leone M, Goyer I, Levy B, Dünser MW, Asfar P, Jentzer JC.** Dose of norepinephrine: the devil is in the details. *Intensive Care Med.* 2022;48(5):638-640. doi:10.1007/s00134-022-06652-x.
26. **Hassani V, Movaseghi G, Safaeeyan R, Masghati S, Ghorbani Yekta B, et al.** Comparison of Ephedrine vs. Norepinephrine in Treating Anesthesia-Induced Hypotension in Hypertensive Patients: Randomized Double-Blinded Study. *Anesth Pain Med.* 2018;8(4):e79626. <https://doi.org/10.5812/aapm.79626>.
27. **Elagamy, A.E., Kamaly, A.M., Shahin, M.I. et al.** Norepinephrine versus ephedrine for hypotension prophylaxis during cesarean section under spinal anesthesia. *Ain-Shams J Anesthesiol* 13, 3 (2021). <https://doi.org/10.1186/s42077-020-00124-4>.