



Morbidité peropératoire de la rachianesthésie chez des patients de plus de 60ans ayant ou non une dysfonction diastolique du ventricule gauche.

Intraoperative morbidity of spinal anesthesia in patients over 60 years of age with or without left ventricular diastolic dysfunction.

G EDJO NKILLY^{(1)*}, R OKOUE ONDO⁽¹⁾, A MATSANGA⁽²⁾, M IFOUDJI⁽³⁾, G OLAGUI⁽⁴⁾, J-M MANDJI LAWSON⁽⁵⁾, R TCHOUA⁽¹⁾, A SIMA ZUE⁽³⁾

- (1) Département d'Anesthésie—Réanimation, Hôpital Instruction des Armées Omar Bongo Ondimba, Libreville, Gabon
(2) Service d'Aide Médicale Urgente, Gabon
(3) Département d'Anesthésie—Réanimation, Centre Hospitalier Universitaire de Libreville, Gabon
(4) Service de Chirurgie Urologique, Hôpital Instruction des Armées Omar Bongo Ondimba, Libreville, Gabon
(5) Département d'Anesthésie—Réanimation, Hôpital Instruction des Armées Akanda, Libreville, Gabon

Soumis le 01 Février 2025
Accepté le 31 Mars 2025

RESUME

Introduction : Evaluer la morbidité peropératoire de la rachianesthésie chez des patients de plus de 60ans ayant ou non une dysfonction diastolique du ventricule gauche. **Méthodes :** étude prospective, observationnelle, en chirurgie urologique (résection trans-urétrale de la prostate). Deux groupes ont été comparé, l'un avec une dysfonction diastolique du ventricule gauche et l'autre sans dysfonction diastolique du ventricule gauche. Les deux groupes ont bénéficié d'une rachianesthésie réalisée avec 7,5mg de Bupivacaïne isobare et 2,5µg de sufentanil. Ont été évalué le différentiel pré-peropératoire (différence entre la valeur de base et la valeur minimale peropératoire) de la pression artérielle systolique (PAS) et diastolique (PAD) déterminant un delta PAS, un delta PAD et de la fréquence cardiaque (FC) (delta FC), la consommation d'éphédrine et la survenue d'une hypotension artérielle systolique inférieure à 100mmHg. **Résultats :** Ont été inclus 35patients, âge moyen de 69,5±9,17 ans, score ASA (American Society of Anesthesiologists) moyen de 2,1±8,91. Le groupe avec trouble de la relaxation avait un delta PAS supérieur au groupe doppler mitral normal (53,3mmhg Vs 35,3mmhg, p=0,04). En analyse multivariée, la valeur de la PAS d'admission était le facteur de risque principal de survenu de l'hypotension artérielle (p=0,0021) et non le profil doppler mitral. **Conclusion :** Le trouble de la relaxation du ventricule gauche semble être un facteur de risque surajouté d'hypotension au cours de la rachianesthésie chez le sujet de plus de 60ans. Une optimisation de la pression artérielle préopératoire pourrait réduire la fréquence et la profondeur de l'hypotension artérielle au cours de la rachianesthésie chez le patient de plus de 60ans.

Mots clés : Bupivacaïne; Dysfonction diastolique; Pression artérielle; Rachianesthésie.

ABSTRACT

Background: To evaluate the intraoperative morbidity of spinal anaesthesia in patients over 60 years old with or without left ventricular diastolic dysfunction. **Methods:** prospective, observational study in urological surgery (trans-urethral resection of the prostate). Two groups were compared, one with left ventricular diastolic dysfunction and the other without left ventricular diastolic dysfunction. Both groups were treated with spinal anesthesia using 7.5mg of Bupivacaine isobare and 2.5µg of sufentanil. We evaluated the preoperative differential (difference between baseline value and minimum value) of systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) determining a delta SBP, a delta DBP and heart rate (HR) (delta HR), the consumption of ephedrine and the occurrence of a systolic arterial hypotension lower than 100mmHg. **Results:** 35 patients were included, mean age of 69.5 +/- 9.17 years, mean ASA (american society of anesthesiology) score of 2.1 +/- 8.91. The group with relaxation disorder had a delta SBP higher than the normal mitral doppler group (53.3mmhg Vs 35.3mmhg, p=0.04). In multivariate analysis, the value of admission SBP was the main risk factor for arterial hypotension (p=0.0021) and not the mitral doppler profile. **Conclusion:** The left ventricle relaxation disorder appears to be an added risk factor of hypotension during spinal anesthesia in subjects over 60 years old. An optimization of preoperative blood pressure could reduce the frequency and depth of arterial hypotension during spinal anesthesia in patients over 60 years old.

Keywords: Blood pressure; Bupivacaine; Diastolic dysfunction; Spinal anesthesia.

INTRODUCTION

Les anesthésistes rencontrent souvent des patients asymptomatiques souffrant d'un dysfonctionnement diastolique du ventricule gauche pour diverses interventions chirurgicales. Ces patients présentent généralement une fonction systolique normale avec des paramètres diastoliques anormaux lors de leurs évaluations échocardiographiques préopératoires. Les symptômes d'une dysfonction diastolique du ventricule gauche sont similaires à ceux d'une bronchopneumopathie chronique obstructive. Les patients souffrant d'un dysfonctionnement diastolique, et d'une insuffisance cardiaque diastolique, sont susceptibles de développer une crise hypertensive ou une congestion pulmonaire en péri opératoire.

L'hypotension artérielle est l'effet secondaire le plus redouté au cours de la rachianesthésie, particulière-

ment chez le sujet âgé. Parmi les déterminants de cette hypotension, il y a l'âge, la dose de bupivacaïne, les comorbidités en particulier l'existence d'une cardiopathie. Plusieurs études ont montré un retentissement hémodynamique significatif de l'anesthésie générale chez les patients présentant une dysfonction diastolique du ventricule gauche, en effets, les dimensions cardiaques et le remplissage biventriculaire sont modi-

Du Département d'Anesthésie—Réanimation,
Hôpital d'Instruction des Armées Omar Bongo Ondimba, Gabon

*Auteur correspondant :

Dr. Ghislain EDJO NKILLY

Adresse : Département d'Anesthésie—Réanimation,
Hôpital Instruction des Armées Omar Bongo Ondimba
Libreville, Gabon

Téléphone : +24106527592

E-mail : edjonkillyghislain@yahoo.fr

fiés après l'induction de l'anesthésie générale. Ces modifications peuvent s'expliquer par une réduction du retour veineux avec l'anesthésie générale, une diminution de la contractilité auriculaire et l'effet de la ventilation à pression positive [1-3]

Les études portant sur le retentissement de la rachianesthésie chez les patients atteints de dysfonction diastolique du ventricule gauche sont peu nombreuses.

Le but de l'étude était de comparer le retentissement de la rachianesthésie au cours de la chirurgie urologique de résection de prostate chez les patients avec ou sans dysfonction diastolique du ventricule gauche.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'étude a été réalisée au bloc opératoire de l'hôpital d'instruction des armées Omar Bongo Ondimba (HIAOBO) depuis janvier 2015. Nous avons conduit une étude prospective monocentrique. L'étude a été approuvée par le comité d'éthique de l'Hôpital d'Instruction des Armées Omar Bongo Ondimba.

L'évaluation préopératoire comprenait un examen clinique, la réalisation d'un bilan d'hémostase standard, un bilan rénal et une consultation cardiologique avec réalisation d'une échographie cardiaque permettant de classer les patients en 3 profils selon la classification d'Appleton[4] : profil Normal, profil pseudo normal, avec trouble de la compliance et le profil dysfonction diastolique du ventricule gauche caractérisé par un trouble de la relaxation diastolique du ventricule gauche (Figure 2, Tableau I).

Tableau I : Classification de Christopher Appleton

Variable	Normal	Pseudo-normal	Anomalie de relaxation	Anomalie de la compliance
Rapport E/A	>1	>1	<1	>2
Temps de décélération de l'onde E	160—240	160—240	>240	<160
TRIV (ms)	70—120	70—120	>120	<70
Rapport S/D	Positif	Négatif	Positif	Négatif
Durée Ap/Amit	Amit > Ap	Amit < Ap	Amit > Ap	Amit < Ap
Pression de remplissage VG	Normale	Elevées	Normales ou basses	Elevées

Ont été inclus les patients de plus de 60ans asymptomatiques sur le plan cardiovasculaire opéré pour une résection trans urétérale de prostate (RTUP) sous rachianesthésie. Les critères d'exclusion étaient les échecs de la rachianesthésie avec une conversion en anesthésie générale (AG), la survenue d'une hémorragie peropératoire, l'utilisation de diurétique et/ou d'antihypertenseurs per opératoire, une dose de bupivacaïne différente de 7,5mg.

A l'admission au bloc opératoire, étaient notées les constantes hémodynamiques d'admission (pression artérielle systolique (PAS), pression artérielle diastolique (PAD), fréquence cardiaque (FC) prises comme

références. Selon le protocole en vigueur dans le service, un pré remplissage par cristalloïde (1000ml) est réalisé puis la rachianesthésie est effectuée en L4-L5 avec 7,5mg de bupivacaïne isobare et 2,5µg de sufentanyl. Un monitoring des constantes hémodynamiques est effectué toutes les 2 minutes après la rachianesthésie. En fin de chirurgie sont notées les constantes hémodynamiques les plus basses afin de calculer un delta avec les constantes d'admission déterminant un delta PAS (PAS d'admission - PAS minimale peropératoire), un delta PAD (PAD d'admission-PAD minimale peropératoire) et un delta FC (FC d'admission-FC minimale peropératoire).

Durant l'intervention, toute hypotension artérielle (chute de la pression artérielle systolique à en dessous de 100mmHg) faisait l'objet d'un remplissage par des cristalloïdes en première intention et des colloïdes d'emblée si la pression artérielle systolique était inférieure à 80mmHg suivie d'une administration de vasoconstricteurs (éphédrine en première intention puis Noradrénaline si besoin) jusqu'à obtention d'une pression artérielle systolique supérieure ou égale à 100mmHg. Le critère de jugement primaire est constitué par le retentissement hémodynamique de la rachianesthésie matérialisée par le delta PAS et le delta PAD, la survenue d'épisode d'hypotension artérielle. Les Critères de jugement secondaire sont le délai de survenue (en min) de la pression artérielle minimale (délai TA min) par rapport à la rachianesthésie, et le nombre de décès à J7 post-opératoire.

La chirurgie fut réalisée par le même chirurgien afin de limiter les biais de recrutement. La morbidité peropératoire a été évaluée par les delta PAS et PAD, et la survenue d'une hypotension artérielle. Les variables continues ont été comparées en utilisant l'analyse de variance (ANOVA). Après avoir vérifié la normalité de la distribution des variables étudiées en utilisant le test de Shapiro-Wilk, l'analyse comparative de 2 échantillons a été faite avec le test de Mann-Whitney. Des variables discrètes ont été comparées en utilisant le Chi² ou le test exact de Fisher. Nous avons considéré une valeur de p inférieure à 0,05 comme seuil pour le rejet de l'hypothèse nulle. La statistique descriptive est affichée sous forme de médiane moyenne et de médiane. Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant les logiciels Excel[®] et R[®] 3.0.1 (de la Fondation R pour les Calculs Statistiques, Vienne, l'Autriche). Les études portant sur le retentissement hémodynamique de la rachianesthésie ne permettent pas de déterminer une incidence précise de l'hypotension au cours de la rachianesthésie en raison de la variabilité des posologies de bupivacaïne, de même, la valeur de référence de la variation de pression artérielle préopératoire optimale n'est pas établie pour permettre un calcul du nombre de sujet nécessaire. Le choix des valeurs seuils de delta PAD à 20mmHg et d'une variation de fréquence cardiaque de 30battements par minutes ont été choisis arbitrairement pour évaluer le retentissement hémodynamique de la rachianesthésie.

RESULTATS

Sur 59 patients éligibles, 35 patients ont été retenus (Figure 1). La répartition des patients selon la classification d'Appleton sur le doppler mitral réalisé en préopératoire retrouvait 3 groupes de patients : doppler

mitral normal—pseudo normal : 15 cas (43%); troubles de la compliance : 3 cas (9%); troubles de la relaxation : 17 cas (48%)

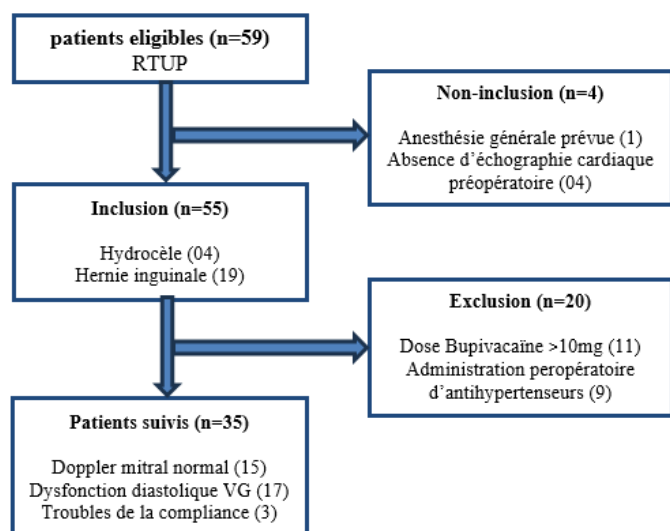


Figure 1 : Diagramme de flux

Tableau I : Profil épidémiologique de la série

Paramètre	Moyenne	Ecart—type
Paramètres préopératoires		
Age (année)	69	8,37
Score ASA	2,1	0,60
PAS à l'admission	162,85	28,44
PAD à l'admission	84,91	13,56
FC à l'admission	78,65	14,93
Paramètres peropératoires		
Delta PAS (mmHg)	44,54	30,42
Delta PAD (mmHg)	19	14,79
Delta FC (battements/min)	14	18,54
Délai de survenue		
PA minimale (min)	29,48	24,41
Hémoglobine (g/L)	11,6	1,7
Hématocrite (%)	37,59	5,85
Clairance créatinine		
MDRD (ml/min)	83	29,55
FEVG (%)	65,57	10,22
Temps opératoire (min)	51	18,09

ASA: American Society of Anesthesiologists; FC: Fréquence cardiaque; FEVG: Fraction d'éjection du ventricule gauche; PA: Pression artérielle; PAD: Pression artérielle diastolique; PAS: Pression artérielle systolique; MDRD: Modification of diet in renal disease

Concernant les antécédents des patients, l'hypertension artérielle (HTA) a prédominé avec 22 cas (63%), cette HTA s'accompagne d'une hypertrophie du ventricule gauche (HVG) chez 10 patients (29%). Une insuffisance rénale a été notée chez 6 malades (17%).

L'analyse comparative entre les groupes "profil normal" et "dysfonction diastolique du VG" ne retrouvait pas de différence statistiquement significative en termes de retentissement hémodynamique. Aucune différence n'a été notée sur le nombre de décès au 7^{ème}

jour post-opératoire. Un cas d'hémorragie massive post-opératoire (J1) non contrôlable a été observé.

L'existence de trouble de la relaxation du ventricule gauche n'était pas associée significativement à un delta PAD supérieur à 20mmHg ($p=0,63$). Le trouble de relaxation n'a pas été significativement associé à un delta FC supérieur à 30/min ($p=0,55$). Il n'a pas été trouvé de corrélation significative entre le delta PAS et la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) ($r=-0,24$, $p=0,1687$) ni entre le delta PAS et l'hématocrite, ($r=0,20$, $p=0,311$).

Il existait une corrélation positive significative entre la PAS d'admission et le delta PAS, $r=0,43$, $p=0,0067$, IC 95% [0,137 : 0,681], plus la PAS d'admission est élevée plus la valeur du delta PAS est élevée. Il existait une relation directe entre la PAS d'admission et la survenue d'hypotension artérielle significative, une valeur seuil de PAS à 150mmHg s'accompagnait significativement d'épisode d'hypotension artérielle ($p=0,029$) avec une sensibilité à 0,55 et une spécificité à 0,87, L'indice de Youden (0,42) et le coefficient Q de Yule (0,78) témoignaient de la force de la relation entre les 2 critères. Une PAS d'admission au-dessus de 150mmHg augmente le risque d'hypotension artérielle per opératoire, par contre, une PA d'admission en dessous de 150mmHg réduit le risque de survenue d'une hypotension artérielle per opératoire.

Le risque relatif associé à la survenue d'une hypotension artérielle significative en présence d'une PAS à 150mmHg était de 4,13, l'OR est à 7,94 IC 95% [1,41-44,78]. Aucune relation significative entre le trouble de la relaxation et la survenue d'épisode d'hypotension significative n'a été notée ($p=0,5$).

Dans un model linéaire incluant l'âge, le score ASA, l'hématocrite, la clairance de la créatinine, la fraction d'éjection du ventricule gauche, le temps opératoire et la PAS à l'admission, seule la PAS d'admission et l'hématocrite influencent significativement le delta PAS ($p=0,0021$ et $p=0,041$). Ainsi la valeur de la pression artérielle d'admission est le principal facteur de risque de survenue de l'hypotension artérielle chez le patient atteint de dysfonction diastolique surtout si cette pression artérielle d'admission est supérieure à 150mmHg.

DISCUSSION

L'étude avait pour objectif d'évaluer le retentissement de la rachianesthésie sur les patients ayant ou non une dysfonction diastolique du ventricule gauche selon le doppler mitral.

Notre étude a été réalisée sur une population homogène, ayant bénéficié d'une chirurgie identique réalisée par le même chirurgien.

Des études ont montré un retentissement significatif de la rachianesthésie sur les paramètres hémodynamiques cardiaques évalués par échographie trans thoracique chez des sujets âgés sans évaluer les conditions de charge du ventricule gauche [5,6]. Les agents anesthésiques intraveineux et volatils ne semblent pas beaucoup affecter la fonction diastolique [6]. Cette fonction diastolique a beaucoup été évaluée en chirurgie cardiaque, peu de données sont disponibles sur le retentissement des anesthésiques locaux en intrathécale sur la fonction diastolique.

Tableau II : Comparaison des deux profils doppler

Variable	Doppler mitral normal (n=15)	Dysfonction diastolique du VG (n=17)	p
Age (année)	65,5±8,64	73,70±9,2	0,02
Score ASA	2,1±0,57	2,1±0,56	0,95
Delta PAS (mmHg)	35,5±29,2	53,3±27,8	0,04
Delta PAD (mmHg)	17,1±17	22±16,43	0,52
Délai PA min (min)	20±23,5	32,9±24,3	0,12
Hypotension (nb)	3	6	0,63
Hématocrite (%)	36,8±5,6	35,6±6,05	0,67
FEVG (%)	70,3±9,8	66,17±9,27	0,15
Décès à J7	0	1	1

ASA: American Society of Anesthesiologists; FEVG: Fraction d'éjection du ventricule gauche; PA: Pression artérielle; PAD: Pression artérielle diastolique; PAS: Pression artérielle systolique; VG: Ventricule gauche.

Des études ont révélé que la dysfonction diastolique était un facteur de risque indépendant de morbidité péri opératoire en chirurgie cardiaque et non cardiaque (transplantation rénale) sous anesthésie générale [8-11]. Selon notre étude, l'existence d'un trouble de la relaxation du ventricule gauche est un facteur de risque supplémentaire d'hypotension au cours de la rachianesthésie chez le sujet de plus de 60ans comparativement aux sujets ayant un profil mitral normal (tableau VI). Cette donnée est confirmée par l'étude d'Eun Ji et al, qui a montré que la dysfonction diastolique est un facteur de risque d'hypotension artérielle durant la rachianesthésie avec une bonne sensibilité (83,6%) et une spécificité à 70,4% [12].

Par ailleurs, notre étude montre que l'altération hémodynamique liée à la rachianesthésie matérialisée par la valeur du delta PAS est fortement corrélée à la pression artérielle systolique d'admission (tableau VI). La dose de Bupivacaïne, la sensibilité des sujets âgés aux anesthésiques locaux peut contribuer à cette altération hémodynamique ou une coexistence des 3 facteurs (âge, troubles de relaxation et pression artérielle d'admission). Une pression artérielle systolique au-delà de 150mmHg est significativement associée à une chute de la pression artérielle systolique de plus de 30% de la valeur initiale avec une bonne spécificité (87%) mais une sensibilité moyenne (55%)

Malgré le manque de puissance de notre étude, il y a une nécessité de mettre en place une stratégie afin de limiter le retentissement de la rachianesthésie chez ces patients. L'association systématique de vasoconstricteur type phényléphrine ou de noradrénaline très diluée [13], une réduction de la posologie de la bupivacaïne en intrathécale (risque de bloc moteur limité dans le temps), pourraient être proposées. Le remplissage vasculaire doit être prudent et titré en particulier s'il existe des troubles de la relaxation ou de la compliance. Dans tous les cas il faut optimiser la prise en charge préopé-

ratoire de la pression artérielle de ces patients pour limiter le retentissement de la rachianesthésie. Une pression artérielle systolique préopératoire inférieure à 150mmHg peut permettre de réduire l'incidence et la profondeur de l'hypotension artérielle.

Les limites de notre étude sont nombreuses. L'effectif réduit est à l'origine d'un manque de puissance. La coexistence de patients ayant des troubles de la relaxation physiologique liée à l'âge et ceux liés à l'hypertension artérielle peut constituer un biais de sélection qui n'a pas été pris en compte dans notre étude. L'interprétation de la dysfonction diastolique du ventricule gauche sur la base du rapport E/A est discutée de même que la signification de la dysfonction diastolique du ventricule gauche avec une fraction d'éjection du ventricule gauche conservée sans évaluation des pressions de remplissage. De plus en plus, les valeurs du rapport E/A ont évolué, c'est ainsi que Madhav et al propose un algorithme simplifié qui utilise le flux transmitral et le Doppler tissulaire de l'anneau latéral de la valve mitrale [14]. L'étude de Roya et al, a montré que la vitesse d'accélération de l'onde E au doppler mitral est fortement corrélée à la sévérité d'une dysfonction diastolique du ventricule gauche ($p \leq 0,0001$). L'analyse de la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic) ou courbe sensibilité/spécificité a révélé qu'une accélération de l'onde E du flux mitral à 750 cm/s (2) prédisait un dysfonctionnement diastolique du ventricule gauche modéré ou sévère avec une sensibilité de 89 % et une spécificité de 89 % (aire sous la courbe [ASC] = 0,903, $p < 0,0001$) [15]. L'absence de donnée post opératoires, en effet, des études ont montré que la dysfonction diastolique du ventricule gauche est associée à une morbi-mortalité post opératoire après une anesthésie générale [16]

CONCLUSION

La présence d'un trouble de la relaxation du ventricule gauche chez le sujet de plus de 60ans est un facteur de risque supplémentaire significatif d'instabilité hémodynamique au cours de la rachianesthésie. La rachianesthésie sur ce terrain doit être préparée et conduite avec prudence en fonction de la sévérité de la dysfonction diastolique. Des études puissantes sont nécessaires pour conforter ces résultats.

REFERENCES

1. Couture P, Denault A, Yanfen S et al. Effects of anesthetic induction in patients with diastolic dysfunction. *Can J Anaesth* 2009; 56(5): 357—65.
2. Ammar A, Mahmoud K, Elkersh A, Kasemy Z. A randomised controlled trial comparing the effects of propofol with isoflurane in patients with diastolic dysfunction undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Anaesthesia* 2016; 71(11): 1308—16.
3. Sarkar S, GuhaBiswas R, Rupert E. Echocardiographic evaluation and comparison of the effects of isoflurane, sevoflurane and desflurane on left ventricular relaxation indices in patients with diastolic dysfunction. *Ann Card Anaesth* 2010; 13(2): 130—7.
4. Appleton CP, Hatle LK, Popp RL. Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: new insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 426—40.
5. Lairez O, Ferré F, Portet N et al. Cardiovascular effects of low

- dose spinal anaesthesia as a function of age: An observational study using echocardiography. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2015; 34(5): 271—6.
6. Donati A, Mercuri G, Iuorio S et al. Haemodynamic modifications after unilateral subarachnoid anaesthesia evaluated with transthoracic echocardiography. *Minerva Anesthesiol* 2005; 71(3):75—81.
 7. Pirracchio R, Cholley B, De Hert S, Cohen Solal A, Mebazaa A. Diastolic heart failure in anaesthesia and critical care. *Br J Anaesth* 2007; 98(6): 707—21.
 8. Matyal R, Skubas NJ, Sherman SK, Mahmood F. Perioperative assessment of diastolic dysfunction. *Anesth Analg* 2011; 113(3): 449—72.
 9. Nicoara M; Swaminathan M. Diastolic dysfunction, diagnostic and perioperative management in cardiac surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2015; 28(1): 60—6.
 10. Higashi M, Yamaura K, Ikeda M, Shimauchi T, Saiki H, Hoka S. Diastolic dysfunction of the left ventricle is associated with pulmonary edema after renal transplantation. *Acta Anesthesiol Scand* 2013; 57(9): 1154—60.
 11. Metkus ST, Suarez-Pierre A, Crawford TC et al. Diastolic dysfunction is common and predicts outcome after cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg* 2018; 13(1): 67.
 12. Park EJ, Cho A-R, Kim H-J et al. Preoperative echocardiography as a predictor of spinal anesthesia-induced hypotension in older patients with mild left ventricular diastolic dysfunction: a retrospective observational study. *Anesth Pain Med* 2024; 19(2): 134—43.
 13. Lionet L, Descamps R, Nguyen T M et al. Utilisation de la noradrénaline très diluée au bloc opératoire : enquête de pratique et mise au point. *Anesth Réanim* 2022; 8(2): 107—16.
 14. Swaminathan M, Nicoara A, Phillips-Bute BG et al. Cardiothoracic Anesthesia Research Endeavors (CARE) Group. Utility of a simple algorithm to grade diastolic dysfunction and predict outcome after coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 2011; 91(6): 1844—50.
 15. Badkoubeh R S, Tavosi A, Jabbari Met al. Acceleration rate of mitral inflow E wave: a novel transmitral doppler index for assessing diastolic function. *Cardiovasc Ultrasound* 2016; 14(1): 24.
 16. Chou J, Ma M, Gyls M, et al. Preexisting Right Ventricular Dysfunction Is Associated With Higher Postoperative Cardiac Complications and Longer Hospital Stay in High-Risk Patients Undergoing Nonemergent Major Vascular Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2019; 33(5): 1279—86.
 17. Cios TJ, Klick JC, Roberts SM. Managing Diastolic Dysfunction Perioperatively. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2023; 27(1): 42—50.