



General anesthesia for Cesarean delivery: can interinstitutional variation in practice offer deeper insights into our choice of anesthetic modality?

Allana Munro, BSc Pharm, MD, FRCPC · Ana Sjaus, MD, FRCPC

Received: 28 June 2023 / Revised: 28 June 2023 / Accepted: 3 July 2023 / Published online: 6 November 2023
© Canadian Anesthesiologists' Society 2023

In modern anesthesia practice, neuraxial anesthesia is considered the gold standard to facilitate Cesarean deliveries (CDs).¹ Experts suggest that, with the known morbidity of general anesthesia (GA) coupled with the acknowledged challenges of the obstetric airway, all possible alternatives should be considered before choosing GA for CD.² What is the basis for such strong wording? A study of anesthesia-related deaths during obstetric delivery in the USA from 1979 to 1990 indicated that most maternal deaths were due to complications of GA.³ These stark results prompted decades-long efforts to improve the safety and decrease the use of GA for CD in favour of neuraxial techniques. Corroborating the practice change, a subsequent analysis showed anesthesia-related case-fatality rates during CD decreased from 2.9 per million in 1979–1990 to 1.2 per million in 1991–2002.⁴ In fact, the rates of GA for CD at a tertiary care hospital from 2000 to 2005 became as low as 0.5–1%; so low, that there was an observed lack of exposure of trainees to obstetric GA.⁵ Approximately ten years later, large retrospective database studies in the USA reported a

slight rise in GA use for CD to approximately 5.8%.⁶ Evidently, circumstances where GA is necessary for CD, for maternal or obstetrical indications, will continue to exist.

In this issue of the *Journal*, Yonekura *et al.*⁷ depict how perinatal care and obstetric anesthesia practice in Japan differ from those in Western countries. The authors report interinstitutional variations in GA use for CDs in Japan over 15 years. The retrospective cohort study used health insurance claims to identify 58,703 women who underwent CDs from 2005 to 2020. General anesthesia was used for 4.4% of all CDs, with a temporal trend indicating a decrease in GA use from 12% to 3.6%. Large medical facilities (i.e., > 499 beds) and academic hospitals were more likely to use GA for CDs. The authors concluded that 50% of the overall variations in GA practice were explained by unmeasured differences between medical facilities after controlling for patient- and facility-level factors.

Is there current evidence that use of GA for obstetric anesthesia practice in Western countries differs by hospital size and provider type? In the USA, Juang *et al.* used the National Anesthesiology Clinical Outcomes Registry to evaluate anesthesia choice for CD from 2010 to 2015.⁸ General anesthesia use for CDs decreased from 13.2% to 2.6% over the study interval. Authors found the GA rate at university hospitals was higher (8.5%) than that in community hospitals, similar to the findings of Yonekura *et al.*,⁷ but noted the results were surprising because published GA usage rates were less than 1% approximately ten years prior.

Canadian data that capture the demand for obstetric anesthesia care and services, including the workforce characteristics and capacity, the provided services, gaps and outcomes, are conspicuously absent. Canadian Institute

A. Munro, BSc Pharm, MD, FRCPC (✉)
Department of Women's & Obstetric Anesthesia, IWK Health,
5850/5980 University Ave, PO Box 9700, Halifax, NS B3K 6R8,
Canada

Department of Anesthesia, Pain Management, and Perioperative
Medicine, Dalhousie University, Halifax, NS, Canada
e-mail: ammunro@dal.ca

A. Sjaus, MD, FRCPC
Department of Anesthesia, Pain Management, and Perioperative
Medicine, Dalhousie University, Halifax, NS, Canada

Department of Women's & Obstetric Anesthesia, IWK Health
Centre, Halifax, NS, Canada

for Health Information (CIHI) collects standardized anesthesia-related features and high-quality pan-Canadian information from provincial and territorial medical systems. Although not specific to obstetric anesthesia, clinical activity data available through CIHI represent a potentially robust source. Related to perioperative safety, the Canadian Anesthesiologists' Society has developed the Canadian Anesthesia Incident Reporting System. This robust, easily accessible, and intuitive perioperative critical incident-capturing tool has the potential to systematically document outcomes associated with anesthetic techniques for CD.

With the paucity of published Canadian data examining the trends in GA use for CD, we requested aggregate data from the Nova Scotia Atlee Perinatal Database. The Nova Scotia Atlee Perinatal Database collects obstetric and neonatal outcomes for Nova Scotians and reports a variety of indicators.⁹ Although GA use for CD is not routinely reported, Atlee provided the total number of cases between 2005 and 2019 categorized by hospital type and anesthetic without the requirement for research ethics approval. We examined proportions and trends of cases under GA in community and tertiary hospitals (Stata statistical software version 16, StataCorp LLC, College Station, TX, USA). Approximately half of the CDs annually were completed at

the single tertiary care academic hospital, with the other half in smaller community hospitals. We found no evidence of a temporal trend in the overall proportion of CDs under GAs for the province (Figure, panel A); however, there was strong evidence for a trend of rising percentage of GAs for CD at the tertiary care hospital (from 2.7% to 4.5%, P value for trend = 0.002). Interestingly, the proportion of CDs under GA for community hospitals decreased (from 11.7% to 9.1%, P value for trend < 0.001). As a result, the unadjusted odds ratio of having a CD completed under GA in community hospitals compared with in an academic centre has been decreasing by 0.2 per annum since 2005, from 4.8 to 2.3 (Figure, panel B).

Why might we be seeing a trend towards more GA use for CDs in larger hospitals such as the results presented by Yonekura *et al.*⁷ and our Nova Scotian cohort? The availability and improvement in airway management devices combined with established clinical algorithms have decreased the morbidity and mortality associated with GA, as evidenced by a large drop in GA-related case-fatality rates in the USA.⁴ Additionally, the indications for GA may be increasing as more complicated clinical scenarios arise, such as the need for repeat CD and morbidly adherent placenta.¹⁰ In 2020, Clevenger *et al.* reported 17.8% of patients receiving neuraxial anesthesia

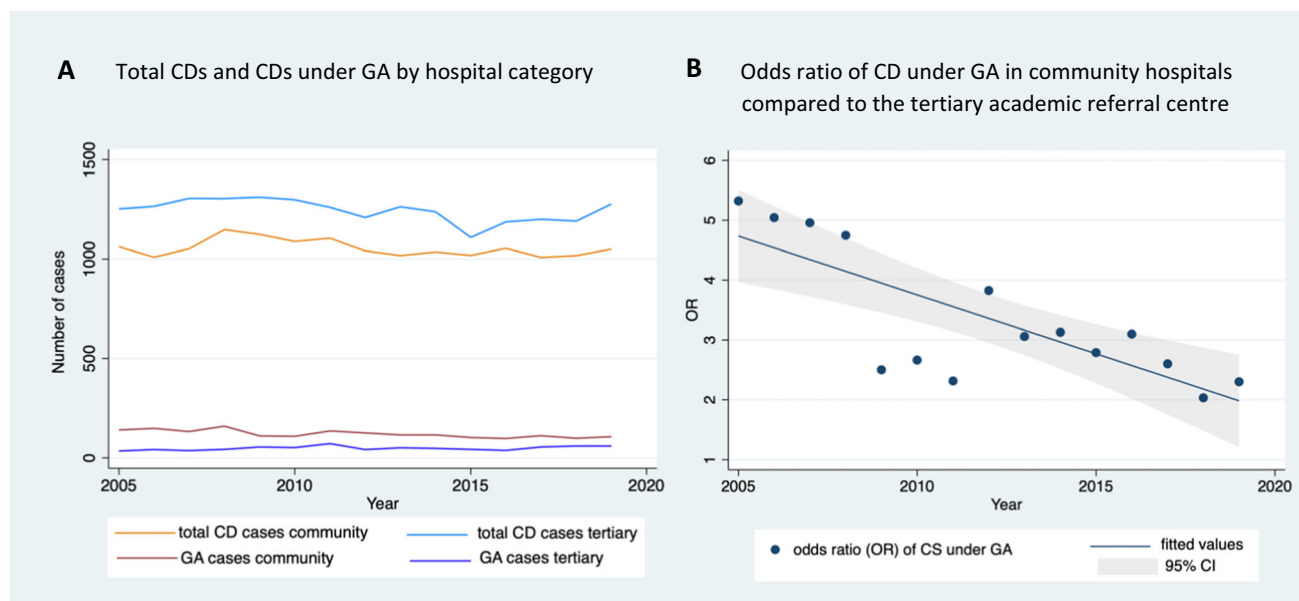


Figure Differences and temporal trends in Cesarean deliveries performed under general anesthesia between community hospitals and the tertiary academic referral centre. Based on authors' analysis of aggregate data from 1 January 2005 to 31 December 2019 provided by *IWK Health*. Reproductive care program of Nova Scotia. Available from URL: <https://rcp.nshealth.ca> (accessed June 2023).

CD = Cesarean delivery; CI = confidence interval; GA = general anesthesia; OR = odds ratio

Différences et tendances temporelles des accouchements par césarienne réalisés sous anesthésie générale entre les hôpitaux communautaires et le centre de référence universitaire tertiaire. D'après l'analyse des données agrégées du 1^{er} janvier 2005 au 31 décembre 2019 fournies par *IWK Santé*. Programme de soins gynécologiques de la Nouvelle-Écosse. Disponible à partir de l'URL : <https://rcp.nshealth.ca> (en anglais, consulté en juin 2023).

CD = Accouchement par césarienne; CI = intervalle de confiance; GA = anesthésie générale; OR = rapport de cotes

required at least one systemic anesthetic adjunct (opioids, benzodiazepines, ketamine, even propofol).¹¹ To what extent may we be putting patients at risk of complications of excessive adjuvants or possibly not addressing intraoperative pain? The French Practice Bulletin addresses awareness of acute pain during CDs and provides a framework on how to prevent, recognize, and manage failed or insufficient neuraxial anesthesia.¹² Insufficient anesthesia during a CD can result in complaints, litigation, and physical and emotional suffering with potentially serious consequences such as posttraumatic stress disorder.¹² If pain persists despite neuraxial and adjunct supplementation, GA is recommended, even before delivery.¹² Practitioners weighing the risks associated with GA *vs* the long-term psychological trauma from intraoperative pain under neuraxial anesthesia may contribute to the increased GA rates seen in the recent literature.

Evaluation of interinstitutional variations in anesthesia choice for CD must consider the practice environment and skill level of providers in addition to facility size. Providers of anesthesia care in Western countries are different to those in Japan, as highlighted by the findings of Yonekura *et al.*⁷ In Canada, Johnson *et al.* described the influence of specialty certification and practice style on anesthetic technique used for CDs.¹³ Using provincial physician claims and hospital abstracts from 1998 to 2000, authors found the percent of GA performed by anesthesiologists varied from 5% to 50% between regional and metropolitan hospitals. After adjusting for other factors, the use of GA for CD was less in larger, regional, and metropolitan hospitals with more epidural providers and among anesthesiologists *vs* other anesthesia providers.¹³ Similarly, in the USA, Cobb *et al.* reported from 2013 through 2017 that the use of GA at one academic medical centre differed for patients treated by specialists and generalists (7.3% *vs* 12.1%, respectively).¹⁴

In North America, fellowship-trained obstetric anesthesiologists most often practice in large, urban, academic hospital settings. There are a variety of practitioner and system factors making obstetric anesthesiologists more likely to avoid GA for CD. These include training, confidence and skill in placement and management of neuraxial blocks, knowledge regarding current guidelines, dedicated obstetric anesthesia services, 24-hr in-house coverage, and available resources.¹⁵ For example, obstetric anesthesiologists may be more likely to avoid GA for CD by manipulating the epidural catheter, quickly replacing it or using adjunctive sedation in selected patients.¹⁵ Conversely, generalists may be more likely to employ GA in their nonobstetric practice, attributing to a higher degree of comfort with this technique.¹⁴

Although it depends on complex institutional and patient population factors, the proportion of GAs for CD is widely considered an important quality and performance metric.¹⁶ Recent decades have seen steady improvements in serious maternal and neonatal morbidity and mortality, at least in part due to improvements in neuraxial techniques and their predominant use in CD. Despite this, there is a need to revise the role of GA in CD, given the advances in safety for the obstetric population and increasing recognition that its avoidance may come at the expense of intraoperative analgesia, excessive use of adjuncts, and postpartum maternal psychological wellbeing. In a Canadian context, we can appreciate Yonekura *et al.*'s study as a unique contribution to the literature in its ability to examine national GA rates in all centres providing CDs. From individual practitioner decisions to system performance in serving the obstetric population, there may be a role for examining interinstitutional variation in proportion of CDs done under GA. Optimizing the anesthetic management of CD requires clear insights into current practices and outcomes and is impossible without robust national-level data, a goal urgently in need of Canadian advocacy.

Anesthésie générale pour l'accouchement par césarienne : la variation interinstitutionnelle dans la pratique peut-elle offrir une perspective plus approfondie quant à notre choix de modalité anesthésique ?

Dans la pratique moderne de l'anesthésie, l'anesthésie neuraxiale est considérée comme l'étalon or pour faciliter les accouchements par césarienne.¹ Les expert-es suggèrent que, compte tenu de la morbidité connue de l'anesthésie générale (AG) associée aux difficultés bien connues des voies aériennes obstétricales, toutes les alternatives possibles devraient être envisagées avant d'arrêter son choix sur une AG pour une césarienne.² Sur quoi se fonde une telle affirmation? Une étude portant sur les décès liés à l'anesthésie pendant l'accouchement obstétrical aux États-Unis de 1979 à 1990 a indiqué que la plupart des décès maternels étaient dus à des complications de l'AG.³ Ces résultats saisissants ont suscité des efforts sur plusieurs décennies pour améliorer la sécurité et diminuer l'utilisation de l'AG pour la césarienne, au profit des techniques neuraxiales. Corroborant ce changement de pratique, une analyse ultérieure a montré que les taux de

létalité liés à l'anesthésie pendant les accouchements par césarienne ont diminué, passant de 2,9 par million en 1979-1990 à 1,2 par million en 1991-2002.⁴ En fait, dans un hôpital tertiaire, les taux d'AG pour la césarienne de 2000 à 2005 ont tellement baissé jusqu'à se situer dans une gamme de 0,5 à 1 % – ce taux était si faible qu'on a observé un manque d'exposition des stagiaires à l'AG obstétricale.⁵ Environ dix ans plus tard, de vastes études rétrospectives de bases de données aux États-Unis ont fait état d'une légère augmentation de l'utilisation de l'AG pour la césarienne, jusqu'à environ 5,8 %.⁶ Évidemment, les circonstances justifiant l'utilisation de l'AG pour la césarienne, qu'il s'agisse d'indications maternelles ou obstétricales, continueront d'exister.

Dans ce numéro du *Journal*, Yonekura *et coll.*⁷ décrivent en quoi les soins périnataux et la pratique de l'anesthésie obstétricale au Japon diffèrent de ce qui est courant dans les pays occidentaux. Les auteurs et autrices rapportent les variations interinstitutionnelles dans l'utilisation de l'AG pour les accouchements par césarienne au Japon sur une période de 15 ans. L'étude de cohorte rétrospective a utilisé les demandes de règlement d'assurance maladie pour identifier 58 703 femmes qui ont bénéficié de césariennes de 2005 à 2020. L'anesthésie générale a été utilisée pour 4,4 % de toutes les césariennes, avec une tendance temporelle indiquant une diminution de l'utilisation de l'AG de 12 % à 3,6 %. Les grands établissements médicaux (c.-à-d. > 499 lits) et les hôpitaux universitaires étaient plus susceptibles d'utiliser l'AG pour les césariennes. Yonekura *et coll.* ont conclu que, après avoir pris en compte les facteurs liés à la patientèle et à l'établissement, 50 % des variations globales dans la pratique de l'AG s'expliquaient par des différences non mesurées entre les établissements médicaux.

Existe-t-il actuellement des données probantes attestant que l'utilisation de l'AG pour la pratique de l'anesthésie obstétricale dans les pays occidentaux diffère selon la taille de l'hôpital et le type de prestataire? Aux États-Unis, Juang *et coll.* ont utilisé le Registre national des résultats cliniques en anesthésiologie pour évaluer le choix d'anesthésie pour la césarienne de 2010 à 2015.⁸ L'utilisation de l'anesthésie générale pour les accouchements par césarienne a diminué de 13,2 % à 2,6 % au cours de l'intervalle à l'étude. Juang *et coll.* ont observé que le taux d'AG dans les hôpitaux universitaires était plus élevé (8,5 %) que dans les hôpitaux communautaires, ce qui reflète les résultats de Yonekura *et coll.*;⁷ en revanche, cette équipe de recherche a noté que ces résultats étaient surprenants parce que, une dizaine d'années plus tôt, les taux d'utilisation de l'AG publiés étaient inférieurs à 1 %.

Les données canadiennes qui rendent compte de la demande de soins et de services d'anesthésie obstétricale, y

compris des caractéristiques et de la capacité de la main-d'œuvre, des services fournis, des lacunes et des résultats, brillent par leur absence. L'Institut canadien d'information sur la santé (ICIS) recueille des caractéristiques liées à l'anesthésie normalisées et des renseignements pancanadiens de grande qualité auprès des systèmes médicaux provinciaux et territoriaux. Bien qu'elles ne soient pas propres à l'anesthésie obstétricale, les données sur l'activité clinique disponibles via l'ICIS représentent une source potentiellement solide. En ce qui concerne la sécurité périopératoire, la Société canadienne des anesthésiologistes a mis au point le Système canadien de rapport des incidents anesthésiques. Cet outil de capture des incidents critiques périopératoires est à la fois robuste, facilement accessible et intuitif; de plus, il a le potentiel de documenter systématiquement les devenir associés aux techniques anesthésiques pour la césarienne.

Compte tenu du peu de données canadiennes publiées sur les tendances de l'utilisation de l'AG pour les accouchements par césarienne, nous avons consulté les données agrégées provenant de la base de données périnatales Atlee de la Nouvelle-Écosse (NSAPD). Cette base de données recueille les devenir obstétricaux et néonataux pour les personnes vivant en Nouvelle-Écosse et présente divers indicateurs.⁹ Bien que l'utilisation de l'AG pour la césarienne ne soit pas systématiquement signalée, la NSAPD fournit le nombre total de cas entre 2005 et 2019, classés par type d'hôpital et d'anesthésie, sans qu'il soit nécessaire d'obtenir une approbation du comité d'éthique de la recherche. Nous avons examiné les proportions et les tendances des cas sous AG dans les hôpitaux communautaires et tertiaires (Logiciel statistique Stata version 16, StataCorp LLC, College Station, TX, États-Unis). Environ la moitié des césariennes réalisées annuellement l'ont été dans le seul hôpital universitaire de soins tertiaires, l'autre moitié étant réalisées dans des hôpitaux communautaires plus petits. Nous n'avons trouvé aucune donnée attestant d'une tendance temporelle de la proportion globale de césariennes sous AG pour la province (figure, panneau A); toutefois, de solides données probantes étayaient la présence d'une tendance à la hausse du pourcentage d'AG pour les césariennes à l'hôpital de soins tertiaires (de 2,7 % à 4,5 %, valeur *P* pour la tendance = 0,002). Fait intéressant, la proportion de césariennes sous AG pour les hôpitaux communautaires a diminué (de 11,7 % à 9,1 %, valeur *P* pour la tendance < 0,001). Par conséquent, le rapport de cotes non ajusté concernant la réalisation d'une césarienne sous AG dans les hôpitaux communautaires par rapport à celui d'un centre universitaire a diminué de 0,2 par année depuis 2005, passant de 4,8 à 2,3 (figure, panneau B).

Pour quelle raison assistons-nous à une tendance vers une augmentation des AG pour les césariennes dans les

grands centres hospitaliers, comme les résultats présentés par Yonekura *et coll.*⁷ et notre cohorte néo-écossaise l'indiquent? La disponibilité et l'amélioration des dispositifs de prise en charge des voies aériennes, combinées à des algorithmes cliniques établis, ont réduit la morbidité et la mortalité associées à l'AG, comme en témoigne la forte baisse des taux de létalité liés à l'AG aux États-Unis.⁴ De plus, les indications pour une AG peuvent augmenter à mesure que des scénarios cliniques plus complexes apparaissent, tels que la nécessité de césariennes à répétition et les cas d'adhérence morbide du placenta.¹⁰ En 2020, Clevenger *et coll.* rapportaient que 17,8 % des patient-es recevant une anesthésie neuraxiale nécessitaient au moins un anesthésique systémique d'appoint (opioïdes, benzodiazépines, kétamine, voire propofol).¹¹ Dans quelle mesure mettons-nous nos patient-es à risque de complications en raison d'un excès d'adjuvants ou de notre décision de ne peut-être pas traiter la douleur péroperatoire? Le bulletin de pratique clinique français traite de la conscience de la douleur aiguë pendant les accouchements par césarienne et fournit un cadre de pratique sur la façon de prévenir, de reconnaître et de prendre en charge l'anesthésie neuraxiale défailante ou insuffisante.¹² Une anesthésie insuffisante pendant une césarienne peut entraîner des plaintes, des litiges et des souffrances physiques et émotionnelles, avec des conséquences potentiellement graves telles qu'un trouble de stress post-traumatique.¹² Si la douleur persiste malgré une supplémentation neuraxiale et adjuvante, l'AG est recommandée, même avant l'accouchement.¹² Les praticiennes et praticiens pesant les risques associés à l'AG vs le traumatisme psychologique à long terme d'une douleur péroperatoire sous anesthésie neuraxiale pourraient contribuer à l'augmentation des taux d'AG observée dans la littérature récente.

L'évaluation des variations interinstitutionnelles dans le choix de l'anesthésie pour la césarienne doit tenir compte de l'environnement de pratique et du niveau de compétence des prestataires, en plus de la taille de l'établissement. Les prestataires de soins d'anesthésie dans les pays occidentaux sont différent-es de celles et ceux du Japon, comme le soulignent les conclusions de Yonekura *et coll.*⁷ Au Canada, Johnson *et coll.* décrivent l'influence de la certification spécialisée et du style de pratique sur la technique anesthésique utilisée pour les accouchements par césarienne.¹³ À l'aide des demandes provinciales de règlement des médecins et des résumés hospitaliers de 1998 à 2000, Johnson a constaté que le pourcentage d'AG réalisées par des anesthésiologistes variait de 5 % à 50 % entre les hôpitaux régionaux et métropolitains. Après ajustement pour tenir compte d'autres facteurs, l'utilisation de l'AG pour les césariennes était moindre dans les grands hôpitaux régionaux et métropolitains comptant plus de

prestataires de soins périduraux et parmi les anesthésiologistes vs les autres prestataires d'anesthésie.¹³ De même, aux États-Unis, Cobb *et coll.* ont déclaré que, de 2013 à 2017, l'utilisation de l'AG dans un centre médical universitaire différait pour les patient-es pris-es en charge par des spécialistes vs des généralistes (7,3 % vs 12,1 %, respectivement).¹⁴

En Amérique du Nord, les anesthésiologistes ayant suivi une surspécialisation en anesthésie obstétricale exercent le plus souvent dans de grands hôpitaux universitaires urbains. Il existe une variété de facteurs liés aux praticien-nes et au système qui ont pour effet que les anesthésiologistes spécialisé-es en obstétrique sont plus susceptibles d'éviter l'AG pour la césarienne. Citons par exemple leur formation, leur confiance et leurs compétences en matière de réalisation et de gestion des blocs neuraxiaux, leurs connaissances des lignes directrices actuelles, la présence de services d'anesthésie obstétricale dédiés, une couverture interne 24 heures sur 24 et la disponibilité des ressources.¹⁵ Par exemple, les anesthésiologistes spécialisé-es en obstétrique pourraient être plus susceptibles d'éviter l'AG pour la césarienne en manipulant le cathéter péridural, en le remplaçant rapidement ou en ayant recours à une sédation d'appoint chez certain-es patient-es.¹⁵ Inversement, les généralistes pourraient être plus susceptibles d'employer une AG dans leur pratique non obstétricale, attribuant à cette technique l'obtention d'un degré plus élevé de confort.¹⁴

Bien qu'elle dépende de facteurs complexes liés à l'établissement et à la patientèle, la proportion d'AG pour les accouchements par césarienne est fréquemment considérée comme une mesure importante de la qualité et du rendement.¹⁶ Au cours des dernières décennies, on a constaté une amélioration constante de la morbidité et de la mortalité maternelles et néonatales graves, due au moins en partie à l'amélioration des techniques neuraxiales et à leur utilisation prédominante lors de césariennes. Malgré cela, il est nécessaire de réviser le rôle de l'AG dans les accouchements par césarienne, compte tenu des progrès en matière de sécurité pour la population obstétricale et de la reconnaissance croissante du fait que son évitement pourrait se faire au détriment de l'analgésie péroperatoire, de l'utilisation excessive d'adjuvants et du bien-être psychologique de la mère après l'accouchement. Dans un contexte canadien, on peut apprécier l'étude de Yonekura *et coll.* en tant que contribution unique à la littérature en ce qui a trait à sa capacité d'examiner les taux nationaux d'AG dans tous les centres offrant des accouchements par césarienne. Qu'il s'agisse de décisions individuelles de praticien-nes ou de la performance du système au service de la population obstétricale, il peut être utile d'examiner la variation interinstitutionnelle de la proportion de césariennes réalisées sous AG. L'optimisation de la prise

en charge anesthésique de la césarienne nécessite une compréhension claire des pratiques et des devenir actuels et est impossible sans avoir accès à des données nationales solides, un objectif qui nécessite de toute urgence un plaidoyer au Canada.

Disclosures None.

Funding statement Drs Munro and Sjaus have research that is funded by IWK Health, Canadian Anesthesiology Society, Dalhousie University Anesthesia Research Fund and Nova Scotia Health Coalition.

Editorial responsibility This submission was handled by Dr. Philip M. Jones, Deputy Editor-in-Chief, *Canadian Journal of Anesthesia*.

Déclaration Aucune.

Déclaration de financement Les Drs Munro et Sjaus mènent des recherches financées par IWK Health, la Société canadienne d'anesthésiologie, le Fonds de recherche en anesthésie de l'Université Dalhousie et la Nova Scotia Health Coalition.

Responsabilité éditoriale Cet article a été traité par Dr Philip M. Jones, rédacteur en chef adjoint, *Journal canadien d'anesthésie*.

References

1. Ring L, Landau R, Delgado C. The current role of general anesthesia for Cesarean delivery. *Curr Anesthesiol Rep* 2021; 11: 18–27. <https://doi.org/10.1007/s40140-021-00437-6>
2. Mhyre JM, Sultan P. General anesthesia for Cesarean delivery: occasionally essential but best avoided. *Anesthesiology* 2019; 130: 864–6. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000002708>
3. Hawkins JL, Koonin LM, Palmer SK, Gibbs CP. Anesthesia-related deaths during obstetric delivery in the United States, 1979–1990. *Anesthesiology* 1997; 86: 277–84. <https://doi.org/10.1097/00000542-199702000-00002>
4. Hawkins JL, Chang J, Palmer SK, Gibbs CP, Callaghan WM. Anesthesia-related maternal mortality in the United States: 1979–2002. *Obstet Gynecol* 2011; 117: 69–74. <https://doi.org/10.1097/aog.0b013e31820093a9>
5. Palanisamy A, Mitani AA, Tsen LC. General anesthesia for Cesarean delivery at a tertiary care hospital from 2000 to 2005: a retrospective analysis and 10-year update. *Int J Obstet Anesth* 2011; 20: 10–6. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2010.07.002>
6. D'Angelo R, Smiley RM, Riley ET, Segal S. Serious complications related to obstetric anesthesia: the serious complication repository project of the Society for Obstetric Anesthesia and Perinatology. *Anesthesiology* 2014; 120: 1505–12. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000000253>
7. Yonekura H, Mazda Y, Noguchi S, Tsunobuchi H, Kawakami K. Anesthesia practice for Cesarean delivery in Japan: a retrospective cohort study. *Can J Anesth* 2024; <https://doi.org/10.1007/s12630-023-02633-w>
8. Juang J, Gabriel RA, Dutton RP, Palanisamy A, Urman RD. Choice of anesthesia for Cesarean delivery: an analysis of the National Anesthesia Clinical Outcomes Registry. *Anesth Analg* 2017; 124: 1914–7. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000001677>
9. Dodds L, Allen AC, Kuhle S, Woolcott C. Nova Scotia Atlee Perinatal Database report of indicators: 2010–2019. Available from URL: https://rcp.nshealth.ca/sites/default/files/publications/APD_Report_2010_2019.pdf (accessed July 2023).
10. Bao Y, Zhang T, Li L, et al. A retrospective analysis of maternal complications and newborn outcomes of general anesthesia for Cesarean delivery in a single tertiary hospital in China. *BMC Anesthesiol* 2022; 22: 208. <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01753-y>
11. Clevenger K, Maresh B, Graham H, Hammonds K, Hofkamp MP. The use of adjunct anesthetic medication with regional anesthesia and rates of general anesthesia for 1867 Cesarean deliveries from 2014 to 2018 in a community hospital. *Proc (Bayl Univ Med Cent)* 2020; 33: 536–40. <https://doi.org/10.1080/08998280.2020.1790277>
12. Keita H, Deruelle P, Bouvet L, et al. Raising awareness to prevent, recognise and manage acute pain during Cesarean delivery: the French Practice Bulletin. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2021; 40: 100934. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2021.100934>
13. Johnson D, Truman C. Hospital practice more than specialty influences the choice of regional or general anesthesia for Cesarean section. *Can J Anesth* 2002; 49: 954–7. <https://doi.org/10.1007/bf03016882>
14. Cobb BT, Lane-Fall MB, Month RC, Onuoha OC, Srinivas SK, Neuman MD. Anesthesiologist specialization and use of general anesthesia for Cesarean delivery. *Anesthesiology* 2019; 130: 237–46. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000002534>
15. 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. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2004.04.008>
16. Bamber JH, Lucas DN, Plaat F, Allin B, Knight M. The identification of key indicators to drive quality improvement in obstetric anaesthesia: results of the Obstetric Anaesthetists' Association/National Perinatal Epidemiology Unit collaborative Delphi project. *Anaesthesia* 2020; 75: 617–25. <https://doi.org/10.1111/anae.14861>

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.