

La distension intestinale pendant la chirurgie abdominale électorive: doit-on bannir le protoxyde d'azote?

Aline Boulanger MD, Jean-François Hardy MD FRCPC

Nous avons étudié la distension intestinale secondaire au protoxyde d'azote chez 20 patients devant subir une laparotomie pour chirurgie intestinale électorive. Les patients ont été répartis de façon aléatoire en deux groupes. Cette répartition était inconnue des chirurgiens. La technique anesthésique était identique chez tous les patients, exception faite de l'utilisation du protoxyde d'azote dans le Groupe II. La FiO_2 était maintenue à 0.4 dans les deux groupes. L'anesthésie était maintenue avec un mélange air/oxygène/enflurane dans le Groupe I et, dans le Groupe II, avec un mélange protoxyde/oxygène/enflurane. La curarisation était gardée optimale tout au long de l'intervention. Le périmètre abdominal et la circonférence de l'iléon terminal et du côlon transverse ont été mesurés au début et à la fin de l'intervention. Le chirurgien devait grader la difficulté qu'il éprouvait à fermer la plaie abdominale à la fin de la chirurgie selon une échelle pré-établie. La durée de la chirurgie était semblable dans les deux groupes. Nous avons noté une distension statistiquement significative mais cliniquement non-appréciable de l'iléon terminal dans le Groupe II. Dans le Groupe I, la circonférence du côlon transverse a diminué de façon significative. La difficulté à fermer l'abdomen fut de légère à nulle dans les deux groupes. Nous n'avons pas réussi à associer de façon significative la présence de protoxyde d'azote avec une difficulté accrue à fermer la plaie abdominale. Nous concluons que, chez l'adulte, des concentrations de 60 pour cent de protoxyde d'azote ou moins peuvent être utilisées pour des chirurgies intestinales électorives d'une durée moyenne d'environ 90 minutes sans crainte de causer une distension intestinale cliniquement significative ou une difficulté accrue à fermer l'abdomen.

Mots clés

CHIRURGIE: chirurgie intestinale électorive; GAZ ANESTHÉSIQUE: protoxyde d'azote; COMPLICATION: distension intestinale.

Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Maisonneuve-Rosemont, Université de Montréal, Montréal, Québec.

Pour correspondance: Docteur Jean-François Hardy, Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Maisonneuve-Rosemont, 5415, Boul. de l'Assomption, Montréal, P. Québec, H1T 2M4.

Une partie de ce travail a été présentée au congrès de l'American Society of Anesthesiologists tenu à San Francisco en 1985.

Le problème de la distension intestinale secondaire à l'usage de protoxyde d'azote (N_2O) en cours d'anesthésie est bien connu chez les animaux^{1,2} et les humains³ porteurs d'iléus ou d'obstruction intestinale. On a également noté le phénomène lorsque le transit intestinal est normal chez le poney⁴ et chez l'humain.⁵ Cette dernière étude faite au cours de chirurgie non-abdominale a montré une augmentation significative du périmètre abdominal avec l'emploi du protoxyde d'azote pendant l'opération. Les auteurs concluaient que: "le fait d'éviter des concentrations élevées de protoxyde durant les cas de chirurgie abdominale peut faciliter la tâche du chirurgien, raccourcir la durée de l'intervention et ainsi être bénéfique pour le malade".⁵

Nous avons donc entrepris cette étude dans le but d'objectiver la distension intestinale secondaire au protoxyde d'azote lors de laparotomie pour une intervention électorive au niveau de l'intestin. De plus, nous voulions vérifier si l'emploi du protoxyde d'azote dans ces cas est associé à une difficulté accrue à fermer la plaie abdominale.

Méthode

L'étude a été approuvée par le comité d'éthique médicale de l'hôpital Maisonneuve-Rosemont. Les techniques anesthésiques utilisées étant de pratique courante dans notre département, le comité n'a pas exigé de consentement écrit des patients.

Vingt patients, de statut physique I, II ou III selon la classification de l'ASA, devant subir une laparotomie pour résection intestinale ou colotomie ont été divisés en deux groupes égaux selon un mode aléatoire. Les patients ne devaient pas avoir de contre-indication à l'usage du protoxyde d'azote comme agent anesthésique. Aucun ne présentait d'iléus paralytique ou d'obstruction intestinale pré-opératoire.

En prémédication, 19 patients ont reçu une benzodiazépine (18 du lorazépam $0.03 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, un du diazépam $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) et un patient n'a rien reçu. Après pré-oxygénation, l'induction consistait en fentanyl $8 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ DTC $0.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, thiopental $2-5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ et succinyl-

choline 1.5 mg · kg⁻¹. Les patients n'ont pas été ventilés au masque afin d'éviter toute distension gastrique. La trachée était ensuite canulée avec un tube endo-trachéal muni d'un ballonnet. La respiration était contrôlée mécaniquement pour maintenir une PaCO₂ entre 35 et 40 mmHg. Les patients du Groupe I étaient ventilés avec un mélange d'air et d'oxygène et ceux du Groupe II avec un mélange de protoxyde d'azote et d'oxygène pour maintenir la FiO₂ (mesurée dans la branche inspiratoire du circuit en cercle avec un analyseur d'oxygène Ohio modèle 401) à 0.4 dans les deux groupes. Tous reçurent de l'enflurane à une concentration suffisante pour maintenir les signes vitaux dans les limites de la normale. Les patients étaient curarisés avec du pancuronium et le degré de curarisation monitoré au "train de quatre" avec un neuro-stimulateur (Ohio -- Ministim MS-1) sur le trajet du nerf cubital. La profondeur du bloc était maintenue à une contraction visible ou moins des doigts tout au long de l'intervention. Une sonde naso-gastrique était mise en place et le contenu de l'estomac aspiré, sa position étant vérifiée par l'équipe chirurgicale. En fin d'intervention, les patients étaient décurarisés avec un mélange de néostigmine et de glycopyrrolate.

Toutes les mesures ont été réalisées par la même équipe chirurgicale et anesthésique. Le choix aléatoire de protoxyde d'azote ou air était inconnu des chirurgiens et leur était caché pendant l'intervention. L'équipe anesthésique mesurait le périmètre abdominal du patient au niveau de l'ombilic en pré- et post-opératoire. L'équipe chirurgicale se servait de cordonnets pour marquer, à l'aide de pinces hémostatiques, l'hémi-circonférence de l'iléon terminal et du côlon transverse au début et à la fin de l'intervention. La longueur ainsi obtenue était ensuite mesurée par les anesthésistes, et était donc inconnue des chirurgiens. Le site de mesure devait être libre de toute pathologie intestinale. Le chirurgien devait évaluer si la distension intestinale causait une difficulté à fermer la plaie abdominale selon l'échelle suivante: 0 – aucune difficulté, 1 – difficulté légère, 2 – difficulté modérée, 3 – difficulté sévère, et 4 – impossibilité de fermer l'abdomen. On a de plus noté chez tous les patients la présence ou l'absence de péristaltisme au niveau de l'intestin grêle en fin d'intervention.

Les tests statistiques utilisés ont été le test exact de Fisher, le test "t" de Student pour données appariées ou non-appariées, ainsi qu'une analyse de régression linéaire. Un "p" < 0.05 a été considéré significatif.

Resultats

Il n'y avait pas de différence significative en ce qui a trait à l'âge, au sexe ou au poids des patients. Les interventions chirurgicales étaient comparables pour les deux groupes (Tableaux I et II).

TABLEAU I Variables de personnes (moyenne ± écart type)

| | Age (ans) | Sexe | | Poids (kg) |
|---------------------------------|--------------|----------|---|---------------|
| | | F | M | |
| Groupe I (air) | 54.6 ± 17.5 | 3 | 7 | 77.0 ± 13.3 |
| Groupe II (N ₂ O) | 57.4 ± 16.9 | 6 | 4 | 64.6 ± 18.7 |
| | p > 0.5 | p = 0.15 | | p > 0.1 |

La durée de la chirurgie (90 minutes environ) n'était pas statistiquement différente entre les deux groupes (Tableau III). La circonférence de l'iléon terminal chez les patients du Groupe I et la circonférence du côlon transverse chez les patients du Groupe II n'ont pas varié de façon significative entre le début et la fin de l'intervention (Tableau III).

Nous avons noté une distension significative de l'iléon terminal chez les patients du Groupe II, ainsi qu'une diminution statistiquement significative de la circonférence du côlon transverse chez les patients du Groupe I (Tableau III). Nous avons tenté d'établir une corrélation entre ces variations de circonférence et la durée de la chirurgie (Figure). L'expansion de l'iléon terminal chez les patients du Groupe II se faisait lentement (environ 45 pour cent en deux heures). Cette corrélation atteignait presque la significativité statistique (p = 0.055). Il n'y avait aucune corrélation entre la diminution de volume du côlon transverse chez les patients du Groupe I et la durée de la chirurgie.

Le périmètre abdominal n'a pas varié de façon significative (Tableau III). Le péristaltisme intestinal était présent en fin d'intervention chez tous les patients.

Cliniquement, l'utilisation du protoxyde d'azote n'a pas été associée à une distension intestinale perceptible

TABLEAU II Type de chirurgie

| |
|---|
| Groupe I |
| 2 sigmoïdectomies |
| 1 sigmoïdectomie + colostomie |
| 1 colostomie + sphinctéroplastie |
| 3 hémicolectomies droites |
| 2 abdomino-périnéales |
| 1 iléostomie de Brooks |
| Groupe II |
| 1 sigmoïdectomie |
| 2 sigmoïdectomies + colostomies |
| 1 sigmoïdectomie + colostomie + sphinctéroplastie |
| 1 sigmoïdectomie + sphinctéroplastie |
| 2 hémicolectomies droites |
| 2 abdomino-périnéales |
| 1 "Pull through" de Steeve |

TABLEAU III Variations des circonférences intestinales et du périmètre abdominal (moyenne \pm écart type)

| | Temps chirurgical (min) | Mesures des circonférences de l'iléon terminal | | Mesures des circonférences du côlon transverse | | Mesure des variations du périmètre abdominal | |
|---------------------------------|-------------------------------|---|------------------|---|------------------|---|--------------------|
| | | Initial (cm) | Final (cm) | Initial (cm) | Final (cm) | Initial (cm) | Final (cm) |
| Groupe I (air) | 96.9 \pm 50.4 | 4.9 \pm 1.2 | 5.2 \pm 1.3 NS | 9.5 \pm 1.6 | 8.0 \pm 1.7* | 92.3 \pm 11.9 | 94.3 \pm 11.4 NS |
| Groupe II (N ₂ O) | 85.9 \pm 37.3 | 4.5 \pm 1.2 | 5.8 \pm 1.0† | 9.2 \pm 1.7 | 9.3 \pm 2.0 NS | 86.4 \pm 13.2 | 86.9 \pm 12.5 NS |
| | NS | NS | | NS | | NS | |

NS: pas de différence significative entre les Groupes I et II, ou entre la mesure initiale et finale.

*p < 0.05.

†p < 0.01.

par les chirurgiens, ni responsable de difficultés lors de la fermeture de la paroi abdominale. En effet, la difficulté à fermer l'abdomen fut de nulle à légère dans les deux groupes (Tableau IV).

Discussion

Les gaz intestinaux, soit l'azote, l'hydrogène, le gaz carbonique et le méthane, sont en équilibre avec les gaz sanguins dans des conditions normales. Lorsque le patient est anesthésié avec du protoxyde d'azote et de l'oxygène, cet équilibre est rompu. Rapidement, la pression partielle de l'azote dans le sang devient nulle. Alors un nouvel équilibre tend à se faire. Le protoxyde d'azote diffuse vers les cavités libres et l'azote passe vers le sang. Le protoxyde étant 36 fois plus soluble que l'azote, il en résulte donc un transfert net de protoxyde vers la lumière intestinale. De plus, ce transfert provoque une dilution des gaz intraluminaux, abaissant leur pression partielle et diminuant ainsi leur absorption par le sang. Donc, la distension est l'effet de la diffusion du protoxyde vers l'intestin et de la diminution de l'absorption des gaz intestinaux.

L'importance de l'augmentation du volume intraluminal est en relation avec 1) la quantité de gaz présente initialement, 2) la concentration de protoxyde administrée,

et, 3) la durée de l'exposition. La vitesse d'expansion dépendra de l'apport sanguin local. Théoriquement, le volume final sera un multiple 'M' du volume initial où:

$$M = \frac{100}{100 - \% N_2O}, \text{ (référence 6),}$$

en autant que les gaz intraluminaux ne diffusent pas vers le sang, que les parois de l'intestin soient parfaitement distensibles et que le segment intestinal soit clos et normalement vascularisé. Si, compte tenu des petits nombres impliqués, l'on accepte la corrélation ($r = 0.63$, $p = 0.055$) entre la variation de circonférence de l'iléon terminal et la durée de la chirurgie, l'expansion notée dans le Groupe II de cette étude correspond bien à la dynamique décrite par Eger en 1965.¹ Le fait que cette expansion n'ait pas été remarquable (ou nuisible) pour les chirurgiens peut s'expliquer de deux façons. D'abord, il s'agissait de chirurgie électorives et, avec un transit digestif normal et une préparation intestinale adéquate, l'intestin contenait une quantité minimale de gaz. Ensuite, la durée relativement brève de la chirurgie ne permettait pas une expansion maximale du tube digestif. Chez l'animal, celle-ci se fait au rythme approximatif de 70 pour cent en deux heures et 150 pour cent en quatre heures, l'expansion n'étant pas encore tout à fait complétée après ce temps.¹

Expérimentalement, le colon et l'intestin grêle se distendent au même rythme.¹ Dans cette étude, nous avons observé une diminution de la circonférence du côlon transverse dans le Groupe I. L'absence de corrélation entre cette diminution et la durée de l'intervention nous porte à croire que cette variation de circonférence du côlon transverse n'est pas en relation avec l'utilisation du protoxyde d'azote. Il est probable que ces changements de circonférence soient plus en rapport avec la chirurgie même si, théoriquement, la technique opératoire n'autorise aucune fuite de gaz au moment de l'anastomose des

TABLEAU IV Evaluation clinique de la difficulté de fermeture de la plaie abdominale

| | Degré de difficulté | | | |
|-----------|---------------------|---|---|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 & 4 |
| Groupe I | 8 | 2 | 0 | 0 |
| Groupe II | 9 | 0 | 1 | 0 |
| | *p = 0.39 | | | |

*Pour les fins du calcul statistique, les classes ont été restreintes à: aucune difficulté vs difficulté et comparées avec un test de Fisher.

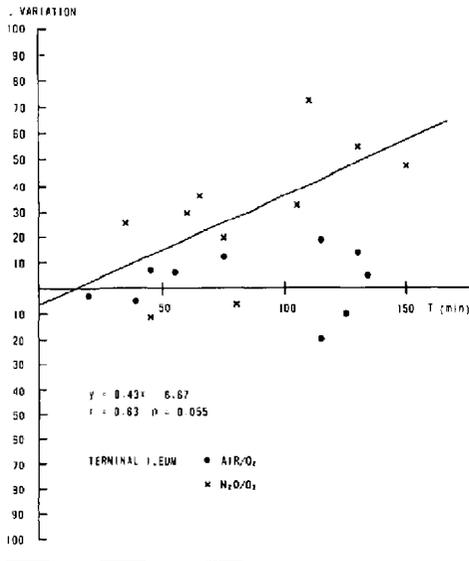


FIGURE Variations de la circonférence de l'iléon terminal en fonction de la durée de la chirurgie. La droite représente le résultat de l'analyse de régression linéaire pour le groupe II (N₂O/O₂).

segments intestinaux. Nous ne sommes donc pas vraiment en mesure d'expliquer pourquoi il existe une différence significative entre ces deux groupes.

Nous n'avons pas trouvé de variation significative de la circonférence du périmètre abdominal, malgré les variations du périmètre intestinal mentionnées ci-haut. Le périmètre abdominal apparaît donc comme un indicateur peu sensible de la distension intestinale, du moins dans le contexte péri-opératoire décrit ici.

Depuis les études de Eger *et coll.*^{1,2,6,7} le protoxyde d'azote est certainement considéré par la plupart des anesthésistes comme étant contre-indiqué dans les cas d'obstruction intestinale, de peur d'aggraver la distension. De plus Eger suggère, mais cette hypothèse n'a jamais été démontrée chez l'humain, que la distension intestinale secondaire au protoxyde d'azote pourrait être responsable de difficultés lors de la fermeture de la paroi abdominale lorsque la chirurgie est prolongée.¹ Ce concept a été élargi par Lewis³ à toutes les chirurgies abdominales électives dans l'espoir de rendre le travail du chirurgien plus facile. Toutefois il peut être indiqué, dans certains cas, d'utiliser le protoxyde d'azote afin, par exemple, de minimiser la dépression cardiovasculaire produite par les agents halogénés.⁷

Cette impression clinique d'une fermeture plus aisée de

la paroi abdominale lorsque l'on évite le protoxyde (et que l'on utilise donc un agent volatil) pourrait être secondaire à un meilleur relâchement de la paroi abdominale associé à l'utilisation des agents halogénés (en particulier l'enflurane ou l'isoflurane), surtout lorsque le bloc neuromusculaire, souvent non-monitoré, n'est pas optimal.

En conclusion, l'emploi de 60 pour cent de protoxyde d'azote pour des chirurgies intestinales électives de durée moyenne (environ 90 minutes) chez l'adulte ne semble avoir prolongé la durée de l'intervention et n'a pas été associé à une difficulté accrue à fermer la paroi abdominale malgré une discrète, bien que statistiquement significative, distension de l'iléon terminal. Dans ce contexte, l'emploi de concentrations de protoxyde d'azote de 60 pour cent ou moins n'apparaît donc pas être contre-indiqué pour ce type de chirurgie.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le Dr Serge Dubé, chirurgien, pour sa collaboration et son assistance en salle d'opération, Mme Christiane Côté B.Sc. pour son aide technique, et Mme Louise Chartier pour la dactylographie du manuscrit.

References

- 1 Eger EI II, Saidman LJ. Hazards of nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology* 1965; 26: 61-6.
- 2 Steffey EP, Johnson BH, Eger EI II, Howland D Jr. Nitrous oxide: effect on accumulation rate and uptake of bowel gases. *Anesth Analg* 1979; 58: 405-8.
- 3 Foldes FF, Keper EF, Ship AG. Severe gastro-intestinal distension during nitrous oxide and oxygen anesthesia. *JAMA* 1965; 194: 224-6.
- 4 Moens Y, De Moor A. Diffusion of nitrous oxide into the intestinal lumen of ponies during halothane - nitrous oxide anesthesia. *Am J Vet Res* 1981; 42: 1751-3.
- 5 Lewis GBH. Intestinal distension during nitrous oxide anaesthesia. *Can Anaesth Soc J* 1975; 22: 200-1.
- 6 Eger EI II. Anesthetic uptake and action. Baltimore, Williams et Wilkins Co., 1974, 171-3.
- 7 Hickey RF, Eger EI II. Circulatory pharmacology of inhaled anesthetics, chapitre 20 dans: *Anesthesia*. Edité par Miller, R.D., 2^{ème} édition, New-York, Churchill-Livingston 1986, pp. 649-66.

Abstract

High concentrations (70-80 per cent) of nitrous oxide (N₂O) have been shown to cause distension of gas-containing distensible structures such as the intestines and are, for this reason, avoided by some during elective abdominal operations on the GI tract. We undertook this study to determine if N₂O was

responsible of a measurable change in intestinal diameter or of clinical difficulty in closing the abdomen in patients undergoing elective intestinal surgery of intermediate duration. Twenty patients scheduled for elective abdominal surgery were studied. Premedication and induction were identical in all patients. Maintenance of anesthesia in Group I was with enflurane in air/oxygen, and fentanyl. Patients in Group II received enflurane in N_2O /oxygen, and fentanyl. FiO_2 was 0.4 in both groups and monitored neuromuscular blockade with pancuronium was kept optimal throughout the operation. The surgeon was blinded as to the random distribution of patients to either group. Girth measurements at the level of the umbilicus were recorded before induction and after surgery. The circumferences of the terminal ileum and of the transverse colon were measured at the beginning and at the end of surgery. The surgeon was asked to rate the difficulty in closing the abdomen as 0 = none, 1 = slight, 2 = moderate, 3 = severe, 4 = impossible. Data were analysed using Student's paired *t* test, unpaired *t* test and Fisher's exact test. $P < 0.05$ was considered statistically significant. There was no significant difference between groups in age, sex distribution, weight and duration of surgery (approximately 90 minutes in both groups). Difficulty in closing the abdomen was, at most, slight and could not be associated with the use of N_2O . A statistically significant, but clinically unnoticeable, increase of the circumference of the terminal ileum was found when N_2O was used. This increase was approximately 45 per cent in two hours. In Group I the circumference of the transverse colon decreased significantly. No other statistically significant difference was found between groups. Peristaltic activity was present at the end of surgery in all patients. High concentrations of N_2O (>70 per cent) are certainly considered contra-indicated by most anaesthetists in the presence of bowel obstruction, because of the fear of increasing intestinal distension. This concept has been extended to elective abdominal surgery in the hope of making the surgeon's task easier. However, N_2O may be useful to produce less cardiovascular depression at a given MAC level with inhalation agents. This study demonstrates that use of 60 per cent N_2O did not result in clinically significant bowel distension, even if the intestines were manipulated and traumatized during surgery. Anaesthesia with volatile agents, especially enflurane and isoflurane, may be associated with the impression that abdominal closure is easier if neuromuscular blockade is not monitored and kept optimal with IV agents. We conclude that concentrations of 60 per cent N_2O or less may be used for elective bowel surgery lasting approximately 90 minutes without fear of causing clinically significant intestinal distension or difficulty in closing the abdomen.