

Année 2023/2024

N°

Thèse

Pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État

par

Anaïs HENRIET

Née le 22/06/1995 à Enghien les Bains (95)

QUALIGASTR

Evaluation de la performance diagnostique de l'évaluation échographique qualitative du contenu gastrique pour la détection d'un volume de liquide gastrique $\geq 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$ chez l'enfant

Présentée et soutenue publiquement le 17/10/2024 devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Marc LAFFON, Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale, médecine d'urgence, Faculté de Médecine -Tours

Membres du Jury :

Docteur Isaure BRETEAU, Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale, médecine d'urgence, PHC – CHU, Tours

Docteur Valentin MICHAUD, Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale, médecine d'urgence, CCA, Faculté de Médecine – Tours

Docteur Thomas GARREAU, Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale, médecine d'urgence, PH – CHU, Orléans

Directeur de thèse : Professeur Lionel BOUVET, Anesthésie Pédiatrique et Gynéco Obstétrique, Faculté de Médecine - Lyon

RESUME

Introduction

L'inhalation pulmonaire du contenu gastrique est la troisième cause de mortalité liée à l'anesthésie en France. L'échographie gastrique peut être utile pour identifier les patients à risque d'inhalation avant une anesthésie générale. Chez l'adulte cette évaluation se fait de manière qualitative et quantitative en mesurant le volume gastrique. En pédiatrie, seule la mesure qualitative est recommandée. On considère qu'un volume gastrique est à risque d'inhalation s'il est supérieur à 1,25 ml kg⁻¹ chez l'enfant.

A l'instar de l'adulte, un algorithme clinique est proposé afin de chercher une alternative pertinente à la méthode qualitative seule. Il combine une évaluation qualitative au calcul du volume de liquide gastrique après mesure de la surface antrale.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la performance diagnostique de l'évaluation échographique qualitative dans la détection d'un volume gastrique à risque.

Matériels et méthodes

Dans cette étude monocentrique, prospective, randomisée, en aveugle, nous avons inclus des enfants volontaires sains âgés de 1 à 10 ans. L'échographie de l'antré gastrique était réalisée après ingestion d'un liquide clair dont le volume variait de 0 à 2 ml.kg⁻¹ selon la randomisation. L'évaluation qualitative était pratiquée en décubitus dorsal avec proclive à 45° puis en décubitus latéral droit. Les mesures de l'aire antrale pour le calcul du volume gastrique étaient réalisées en décubitus latéral droit.

Résultats

Quatre-vingt-dix sujets ont été inclus entre janvier et avril 2024. L'évaluation qualitative en décubitus dorsal à 45° présentait une sensibilité de 75% (IC95% 58-88) et une spécificité de 85% (IC95% 73-93). Concernant la performance diagnostique de l'algorithme clinique, la sensibilité était de 86% (IC95% 71-95), et la spécificité était de 78% (IC95% 64-88).

Conclusion

La performance diagnostique de l'évaluation de l'antré gastrique par l'échographie gastrique semble insuffisante pour être interprétée de manière uniquement qualitative, pour la détection d'un volume liquide à risque, en anesthésie pédiatrique.

Une méthode mixte qualitative et quantitative pourrait être une méthode plus performante.

MOTS CLES

Anesthésie pédiatrique
Antré gastrique
Echographie gastrique
Estomac plein
Evaluation pré-anesthésique
Inhalation gastrique
Jeûne préopératoire

QUALIGASTR:

Evaluation of the diagnostic performance of qualitative ultrasound evaluation of gastric contents for the detection of a volume of gastric fluid $\geq 1.25 \text{ ml.kg}^{-1}$ in children

Introduction

Pulmonary inhalation of gastric contents responsible for the third cause of death in France related to anaesthesia. Gastric ultrasound may be useful in identifying patients at risk of inhalation prior to general anaesthesia. In adults, this assessment is done qualitatively and quantitatively by measuring the volume of gastric contents. Only qualitative measurement is recommended by the European paediatric guidelines. A volume of gastric fluid greater than 1.25 ml.kg^{-1} in children is considered to be at risk of inhalation.

As in adults, a clinical algorithm is proposed in order to look for a relevant alternative to the purely qualitative method. It combines a qualitative assessment with the calculation of the volume of gastric fluid after measuring the antral surface area

The objective of this study is to evaluate the diagnostic performance of qualitative ultrasound evaluation in the detection of a gastric volume at risk.

Materials and methods

In this single-center, prospective, randomized, blinded study, we included healthy volunteer children aged 1 to 10 years. Ultrasound of the gastric antrum was performed after ingestion of a clear liquid whose volume varied from 0 to 2 ml.kg^{-1} depending on randomization. The qualitative assessment was performed in the supine position with a 45° proclive and then in the right lateral decubitus. Antral area measurements for the calculation of gastric volume were performed in the right lateral decubitus.

Results

Ninety subjects were included between January and April 2024. The qualitative assessment in the decubitus position had a sensitivity of 75% (95% CI 58-88) and a specificity of 85% (95% CI 73-93). Regarding the diagnostic performance of the clinical algorithm, the sensitivity was 86% (95% CI 71-95), and the specificity was 78% (95% CI 64-88).

Conclusion

The diagnostic performance of the evaluation of the gastric antrum by gastric ultrasound seems insufficient to be interpreted in a purely qualitative way, for the detection of a fluid volume at risk, in pediatric anaesthesia.

A mixed qualitative and quantitative method could be a more efficient method.

KEY WORDS

Full stomach
Gastric antrum
Gastric inhalation
Gastric ultrasound
Pediatric anaesthesia
Pre-anaesthetic evaluation
Preoperative fasting

UNIVERSITE DE TOURS FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN
Pr Denis ANGOULVANT

VICE-DOYEN
Pr David BAKHOS

ASSESSEURS
Pr Philippe GATAULT, Pédagogie
Pr Caroline DIGUISTO, Relations internationales
Pr Clarisse DIBAO-DINA, Médecine générale
Pr Pierre-Henri DUCLUZEAU, Formation Médicale Continue
Pr Hélène BLASCO, Recherche
Pr Pauline SAINT-MARTIN, Vie étudiante

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE
Mme Carole ACCOLAS

DOYENS HONORAIRES
Pr Emile ARON (+) – 1962-1966
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962
Pr Georges DESBUQUOIS (+) - 1966-1972
Pr André GOUAZE (+) - 1972-1994
Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004
Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014
Pr Patrice DIOT – 2014-2024

PROFESSEURS EMERITES
Pr Daniel ALISON
Pr Gilles BODY
Pr Philippe COLOMBAT
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr Luc FAVARD
Pr Bernard FOUQUET
Pr Yves GRUEL
Pr Gérard LORETTE
Pr Loïc VAILLANT

PROFESSEURS HONORAIRES

P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – A. AUDURIER – A. AUTRET – D. BABUTY – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – L. CASTELLANI – J. CHANDENIER – A. CHANTEPIE – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – C. COUET
L. DE LA LANDE DE CALAN – P. DUMONT – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – D. GOGA – A. GOUDEAU – J.L. GUILMOT – O. HAILLOT – N. HUTEN – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – Y. LANSON – O. LE FLOCH – Y. LEBRANCHU – E. LECA – P. LECOMTE – AM. LEHR-DRYLEWICZ – E. LEMARIE – G. LEROY – G. LORETTE – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAINÉ – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – D. PERROTIN – L. POURCELOT – R. QUENTIN – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – A. ROBIER – J.C. ROLLAND – P. ROSSET – D. ROYERE – A. SAINDELLE – E. SALIBA – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – D. SIRINELLI – J. WEILL

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AMELOT Aymeric.....	Neurochirurgie
ANDRES Christian.....	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis	Cardiologie
APETOH Lionel	Immunologie
AUDEMARD-VERGER Alexandra.....	Médecine interne
AUPART Michel.....	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BACLE Guillaume.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BAKHOS David.....	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas.....	Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle.....	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora.....	Pharmacologie clinique
BERHOUE Julien.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERNARD Anne	Cardiologie
BERNARD Louis	Maladies infectieuses et maladies tropicales
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle	Biologie cellulaire
BLASCO Hélène.....	Biochimie et biologie moléculaire
BONNET-BRILHAULT Frédérique.....	Physiologie
BOULOUIS Grégoire	Radiologie et imagerie médicale
BOURGUIGNON Thierry	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BRILHAULT Jean.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNAUT Paul	Psychiatrie d'adultes, addictologie
BRUNEREAU Laurent.....	Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck.....	Urologie
BUCHLER Matthias.....	Néphrologie
CAILLE Agnès	Biostat., informatique médical et technologies de communication
CALAIS Gilles.....	Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent.....	Psychiatrie d'adultes
CORCIA Philippe.....	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe.....	Radiologie et imagerie médicale
DEQUIN Pierre-François	Thérapeutique
DESMIDT Thomas.....	Psychiatrie
DESOUBEUX Guillaume	Parasitologie et mycologie
DESTRIEUX Christophe	Anatomie
DI GUISTO Caroline.....	Gynécologie obstétrique
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri.....	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
EHRMANN Stephan.....	Médecine intensive – réanimation
EL HAGE Wissam.....	Psychiatrie adultes
ELKRIEF Laure	Hépatologie – gastroentérologie
ESPITALIER Fabien.....	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
FAUCHIER Laurent	Cardiologie
FOUGERE Bertrand	Gériatrie
FRANCOIS Patrick.....	Neurochirurgie
FROMONT-HANKARD Gaëlle.....	Anatomie & cytologie pathologiques
GATAULT Philippe	Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe	Rhumatologie
GUERIF Fabrice.....	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUILLON Antoine	Médecine intensive – réanimation
GUILLON-GRAMMATICO Leslie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GUYETANT Serge	Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel	Hématologie, transfusion
HALIMI Jean-Michel.....	Thérapeutique
HANKARD Régis	Pédiatrie
HERAULT Olivier	Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis	Radiologie et imagerie médicale
HOURIOUX Christophe	Biologie cellulaire
IVANES Fabrice	Physiologie
LABARTHE François.....	Pédiatrie
LAFFON Marc	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert	Chirurgie infantile
LARIBI Saïd.....	Médecine d'urgence
LARTIGUE Marie-Frédérique.....	Bactériologie-virologie

LAURE Boris.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LE NAIL Louis-Romée	Cancérologie, radiothérapie
LECOMTE Thierry	Gastroentérologie, hépatologie
LEFORT Bruno.....	Pédiatrie
LEGRAS Antoine	Chirurgie thoracique
LEMAIGNEN Adrien	Maladies infectieuses
LESCANNE Emmanuel	Oto-rhino-laryngologie
LEVESQUE Éric	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LINASSIER Claude	Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent	Dermato-vénéréologie
MAILLOT François	Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain.....	Pneumologie
MARRET Henri	Gynécologie-obstétrique
MARUANI Annabel.....	Dermatologie-vénéréologie
MEREGHETTI Laurent.....	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MITANCHEZ Delphine	Pédiatrie
MOREL Baptiste.....	Radiologie pédiatrique
MORINIERE Sylvain	Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa	Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis.....	Rhumatologie
ODENT Thierry	Chirurgie infantile
OUAISSI Mehdi.....	Chirurgie digestive
OULDAMER Lobna.....	Gynécologie-obstétrique
PAINTAUD Gilles	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PARE Arnaud	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PASI Marco.....	Neurologie
PERROTIN Franck.....	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean.....	Ophtalmologie
PLANTIER Laurent.....	Physiologie
REMERAND Francis.....	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe.....	Biologie cellulaire
RUSCH Emmanuel.....	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINT-MARTIN Pauline	Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem.....	Chirurgie digestive
SAMIMI Mahtab	Dermatologie-vénéréologie
SANTIAGO-RIBEIRO Maria	Biophysique et médecine nucléaire
SAUTENET-BIGOT Bénédicte.....	Thérapeutique
THOMAS-CASTELNAU Pierre	Pédiatrie
TOUTAIN Annick	Génétique
VOURC'H Patrick.....	Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé	Immunologie
ZEMMOURA Ilyess	Neurochirurgie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse

LEBEAU Jean-Pierre

PROFESSEURS ASSOCIES

LIMA MALDONADO Igor.....Anatomie

MALLET Donatien.....Soins palliatifs

PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY Catherine.....Anglais

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

CANCEL Mathilde	Cancérologie, radiothérapie
CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo	Rhumatologie
CHESNAY Adélaïde	Parasitologie et mycologie
CLEMENTY Nicolas	Cardiologie
DE FREMINVILLE Jean-Baptiste	Cardiologie
DOMELIER Anne-Sophie	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane	Biophysique et médecine nucléaire
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie	Anatomie et cytologie pathologiques
GARGOT Thomas	Pédopsychiatrie
GOUILLEUX Valérie	Immunologie
HOARAU Cyrille	Immunologie
KERVARREC Thibault	Anatomie et cytologie pathologiques
KHANNA Raoul Kanav	Ophtalmologie
LE GUELLEC Chantal	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEDUCQ Sophie	Dermatologie
LEJEUNE Julien	Hématologie, transfusion
MACHET Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques
MOUMNEH Thomas	Médecine d'urgence
PIVER Éric	Biochimie et biologie moléculaire
RAVALET Noémie	Hématologie, transfusion
ROUMY Jérôme	Biophysique et médecine nucléaire
STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie	Anatomie et cytologie pathologiques
STEFIC Karl	Bactériologie
TERNANT David	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
VAYNE Caroline	Hématologie, transfusion
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure	Génétique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia	Neurosciences
BLANC Romuald	Orthophonie
EL AKIKI Carole	Orthophonie
NICOGLU Antonine	Philosophie – histoire des sciences et des techniques
PATIENT Romuald	Biologie cellulaire
RENOUX-JACQUET Cécile	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

AUMARECHAL Alain	Médecine Générale
BARBEAU Ludivine	Médecine Générale
CHAMANT Christelle	Médecine Générale
ETTORI Isabelle	Médecine Générale
MOLINA Valérie	Médecine Générale
PAUTRAT Maxime	Médecine Générale
PHILIPPE Laurence	Médecine Générale
RUIZ Christophe	Médecine Générale
SAMKO Boris	Médecine Générale

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

BECKER Jérôme.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUAKAZ Ayache	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUTIN Hervé.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BRIARD Benoit.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
CHALON Sylvie.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
DE ROCQUIGNY Hugues.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
ESCOFFRE Jean-Michel.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GILLOT Philippe	Chargé de Recherche Inrae – UMR Inrae 1282
GOMOT Marie	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GOUILLEUX Fabrice	Directeur de Recherche CNRS – UMR Inserm 1100
GUEGUINOU Maxime	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
HAASE Georg.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
HENRI Sandrine	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
HEUZE-VOURCH Nathalie.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LABOUTE Thibaut.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
KORKMAZ Brice.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LABOUTE Thibaut.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LATINUS Marianne	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LAUMONNIER Frédéric.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LE MERRER Julie	Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253
MAMMANO Fabrizio	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
PAGET Christophe.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
RAOUL William.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
SECHER Thomas.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SI TAHAR Mustapha.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SUREAU Camille	Directrice de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259
TANTI Arnaud	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
WARDAK Claire	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'éthique médicale

BIRMELE Béatrice.....Praticien Hospitalier

Pour la médecine manuelle et l'ostéopathie médicale

LAMANDE Marc

Pour l'orthophonie

BATAILLE Magalie.....Orthophoniste
 CLOUTOUR Nathalie

CORBINEAU Mathilde

HARIVEL OUALLI Ingrid.....Orthophoniste

IMBERT Mélanie

SIZARET Eva

Pour l'orthoptie

BOULNOIS Sandrine.....Orthoptiste

REMERCIEMENTS

Au Professeur Lionel BOUVET,

Merci d'avoir accepté de m'accompagner pour cette dernière étape qui vient clôturer mes études de médecine. Merci pour votre bienveillance tout au long de mon semestre au sein de votre service. Merci pour votre patience et votre disponibilité ces derniers mois durant l'écriture et la relecture de cette thèse. Ce fût un plaisir de travailler à vos côtés.

Messieurs Dames les jurys,

Je remercie le Professeur Marc LAFFON qui me fait l'honneur d'être le président du jury. Au Dr Isaure BRETEAU, avec qui j'ai eus le plaisir de travailler en réanimation chirurgicale. Au Dr Thomas GARREAU pour sa présence durant mes semestres Orléanais. Au Docteur Valentin MICHAUD pour l'intérêt qu'il a porté pour ma thèse et ses précieux conseils. Merci à vous quatre.

A ma famille,

A mes parents. Merci pour votre soutien, votre amour, et l'éducation que vous m'avez donnée. J'ai eu envie de devenir médecin très jeune, et vous m'avez donné toutes les clés pour y arriver. Chacun à votre manière, vous m'avez porté jusqu'ici et avez toujours cru en moi, même quand je n'y croyais plus moi-même. Ces études vous les avez traversées avec moi. Vous étiez là pour me relever des coups durs, vous avez supporté mon stress, ma fatigue, mes doutes, mais aussi mes joies, mes réussites et mon épanouissement personnel et professionnel. Je serai éternellement reconnaissante de tout ce que vous m'avez donné. Vous êtes mon plus grand pilier et par cette thèse je vous dis un infini merci, je vous aime.

A mon frère. Merci d'avoir veillé sur moi. Nos différences sont nombreuses et elles font notre force. Nos valeurs nous rassemblent et l'amour et le respect que l'on se porte en fera toujours parti. Voici 4 ans que tu as fait de moi la tata la plus heureuse et la plus fière à l'arrivée d'Elias. A mon tour, j'espère te rendre fier.

A mes grands-parents, pour qui j'ai la plus grande affection. Vos mots sont d'une grande sagesse et vos conseils m'ont guidée à chaque étape de ma vie. Votre dévouement pour notre famille est sans faille et n'a pas de limite et je mesure chaque jour un peu plus la chance que j'ai de vous avoir. Merci Papy, Mamoune, et Mamie. A mon Papili qui m'appelait doctoresse avant l'heure, je pense fort à toi.

A mes oncles et tantes, parrains et marraines, Vincent, Sophie, Véronique, Gilles, Xavier et Christelle. Merci de m'avoir toujours tendu la main et accompagnée.

A mes cousins et cousines, Julien, Justine, Aurélien, Paul, Léo, Camille, Hugo et Martin. J'ai adoré grandir avec vous. Merci pour tous ces moments passés en famille.

A mes amis,

A Kelly et Pauline, mes meilleures amies. Des bacs à sables à notre vie d'adulte, nous avons tout traversé ensemble. A toutes les journées passées au hameau, sur la colline, et chez Michel et Jocelyne. Aux cabanes dans la mezzanine, aux casseroles sur Singstar, aux déhanchés sur Justdance. A tous nos galas de danses et à toutes les heures passées à répéter. Aux fichus dans les cheveux et aux graines de pipasols. A toutes nos premières fois, nos premiers amours, nos premières joies et nos premières peines. Je suis fière des femmes qu'on est devenues.

A Keitline, qui ne cessera jamais de me surprendre. Merci de faire partie de ma vie et merci d'être toujours là, dans les bons moments comme dans les pires. Tu es une de ces personnes qui aiment sans conditions, en amour comme en amitié. Enfin, merci pour ta bonne humeur et ton rire incroyable. Je dois dire qu'il me manque à Tours.

A Maxime, mon tout premier ami. Tu es parti vivre au Canada il y a maintenant 10 ans, et j'ai l'intime conviction que tu as fait le bon choix quand je vois quelle vie tu as construite là-bas. La distance n'enlève rien à tout ce qui nous lie. Pour toujours.

A mes amis des bancs de la fac, de la Pitié à Saint Antoine.

A Soso, Lallie, Célia, Chloé, Clotilde, Elodie, Axelle, Jess, Eva et Ambre. J'ai adoré passer ces années à vos côtés. A nos déjeuner assises dans les couloirs, à ces révisions à la BU, aux soirées médecine et aux vadrouilles ensemble. Vous savez ce qu'il a fallu traverser pour en arriver là. Vous avez tout vu, les hauts et les bas, les doutes, les déceptions. Ensemble on a grandi, on s'est soutenues, on a pleuré, on a ri et grâce à vous je garde un super souvenir de la fac. Aujourd'hui chacune s'épanouit dans sa voie, même si j'aurais aimé vous emmener avec moi. Ce sera toujours un immense plaisir de vous retrouver, je vous adore.

A Antho, merci d'être toujours là. A cette découverte de la réa chez Combes et à cette amitié qui débutait tout juste.

Aux tourangeaux,

A mes sœurs de Tours, Margot, Lélé, et Alice. A nos débuts à Chartres, à cette première coloc pleine d'amour qui s'est poursuivie à Tours. Vous avez été les piliers d'un nouveau chapitre de ma vie. Les premières fois en tant qu'interne, les gardes, les peurs, les galères de thunes, cette nouvelle étape n'aurait pas été la même sans vous. A cette vie d'adulte à laquelle on n'était pas prête, aux confidences, à ces larmes dans vos bras et à tout l'amour que je porte à chacune d'entre vous. Margot, à tes thoubettes et nos petits messages quotidiens. Lélé, à nos sales caractères qui savent pourtant tellement bien s'aimer. Alice, à ta façon de vivre que j'envie même si elle t'a emmené loin de Tours.

A Loulou. A jamais cette soirée où tu as débarqué dans ma vie. Derrière ta sensibilité se cache une femme incroyablement drôle, brillante et déterminée, et aussi attachante que dramatique. Notre amitié est précieuse, pleine de complicité, et ne fait que commencer.

A benji. J'aime chacun des moments passés ensemble, tous les deux ou avec notre quatuor infernal, au fond du canapé comme en festoche. Merci pour ta simplicité et ton humour.

A Paul C. Tu es de ceux à qui on s'attache en moins de temps qu'il ne faut pour le dire. Merci pour ton amitié, ta confiance et tes mots.

A Mat. J'ai adoré t'avoir à mes côtés pendant l'internat, tu es un ami cher à mes yeux, et j'espère que nos vies seront toujours liées.

A Clément et Irène. Vous êtes notre havre de paix. Merci pour votre bienveillance et votre gentillesse. Je vous adore.

A la fine fleur de l'anesthésie tourangelle, Jon, Philou, Sarah, Pouffy, Arthur, François, Alice, Clément et Anne. Merci à cette promo infernale pour ces 4 années d'intelligence.

A tous les autres avec qui j'ai partagé des bières place Plum' ou au temps pour tant, à Germain, Baptiste, Clément B, et les autres.

Aux Lyonnais,

A Mimi et Mathilde. Cette thèse, c'est un pas de plus vers notre vie tous ensemble. Vous êtes des amis exceptionnels, chers à mes yeux, et je remercie la vie (et Benj) de vous avoir mis sur ma route. Merci de veiller sur moi. Je vous aime.

A Francois et Chacha. Vous rayonnez dans la vie de tous ceux qui vous entourent. Je vous adore chacun à votre manière. Vous me manquez, j'ai hâte de vous retrouver.

A Julia, à notre coup de foudre à l'HFME. Quelques gardes ensemble et le drama te t'avoir dans ma vie commençait. Merci pour ton grand cœur, ta fidélité, tes mots doux et toutes tes attentions durant ces quelques mois.

Aux Clermontois,

A David, à nos folles soirées parisiennes, lyonnaises, clermontoises, tourangelles, milanaïses et même bretonnes, et à nos discussions sans fin.

A Sara et Lazar, merci de répondre toujours présent, merci pour votre confiance en moi et votre bienveillance. Votre place devrait se trouver bien plus près de nous.

A Gigi, la place que tu prends dans la vie de ceux qui t'entourent est à la hauteur de ta bienveillance envers eux et je ne déroge pas à la règle. Je t'adore. A baptiste que je prends chaque fois un peu plus de plaisir à découvrir.

A Quentin et Vincent, ma paire préférée. Merci pour votre authenticité.

A Eva, Ju et Andréa, Lud et Joff, Axel et Sixitine, Eléonore, Paul et les autres. C'est toujours un plaisir de vous retrouver

A Anna et Simon, Mimi et Flore, merci pour votre extravagance et votre bonne humeur.

A Marie-Agnès, Merci de m'avoir ouvert les bras et de veiller sur moi comme tu veilles sur Benjamin.

A celles et ceux que j'ai eu le plaisir de rencontrer au fil de ces semestres,

A Soso, Léa, Marion, Bernie et Pépito. A ce semestre qui restera toujours dans mon cœur.

A tous ceux avec qui j'ai eu le plaisir de travailler en tant qu'externe puis en tant qu'interne, de la Pitié Salpêtrière à la région centre val de Loire. A la Réanimation de Blois, au bloc et à la Réanimation de Chartres, aux blocs de Tours, à la Réanimation Chirurgicale de Tours, à la Réanimation Chirurgicale d'Orléans au bloc Pédiatrique et Gynéco-Obstétrique de l'HFME de Lyon et à la Réanimation Médicale d'Orléans.

A Benjamin,

L'internat m'a fait le plus beau des cadeaux en te mettant sur ma route et cela fait 3 ans que tu as changé ma vie. Tu me portes dans tout ce que j'entreprends, m'écoute et m'encourage. J'espère te donner autant d'amour et de confiance en toi que ceux que tu m'apportes.

Avec toi on vit, on aime, on rit. Avec toi l'amour se multiplie. J'ai hâte de voir ce que la vie nous réserve, tu es ma personne. Je t'aime.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des enseignants et enseignantes
de cette Faculté,
de mes chers condisciples
et selon la tradition d'Hippocrate,
je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur
et de la probité dans l'exercice de la Médecine.
Je donnerai mes soins gratuits aux indigents,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.
Admis(e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas
à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.
Respectueux(euse) et reconnaissant(e) envers mes Maîtres,
je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs parents.
Que les hommes et les femmes m'accordent leur estime
si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert(e) d'opprobre
et méprisé(e) de mes confrères et consoeurs
si j'y manque.

TABLE DES ABREVIATIONS

ASA : American Society of Anesthesiologists

DS : déviation standard

EIQ : écart interquartile

IC95% : Intervalle de Confiance à 95%

IMC : Indice de Masse Corporelle

VPP : Valeur Prédictive Positive

VPN : Valeur Prédictive Négative

TABLE DES MATIERES

RESUME	2
MOTS CLES.....	2
QUALIGASTR: Evaluation of the diagnostic performance of qualitative ultrasound evaluation of gastric contents for the detection of a volume of gastric fluid $\geq 1.25 \text{ ml.kg}^{-1}$ in children	3
KEY WORDS	3
UNIVERSITE DE TOURS	4
REMERCIEMENTS	9
SERMENT D'HIPPOCRATE	12
TABLE DES ABREVIATIONS.....	13
INTRODUCTION	15
I. L'inhalation pulmonaire	15
a. Physiopathologie de l'inhalation pulmonaire du contenu gastrique	15
b. Incidence de l'inhalation en anesthésie pédiatrique	16
II. Jeûne préopératoire	17
III. Recommandations pédiatriques	17
IV. Apport de l'échographie gastrique.....	17
a. Conditions de réalisation et éléments de sono-anatomie antrale	17
b. Evaluation échographique du contenu gastrique	18
c. Intérêts de l'intégration de l'échographie antrale dans un algorithme d'évaluation du risque d'inhalation	19
d. Recommandation concernant l'utilisation de l'échographie gastrique en anesthésie pédiatrique	19
V. Objectif de l'étude.....	19
MATERIELS ET METHODES	20
I. Design de l'étude.....	20
II. Sujets	20
III. Protocole	20
IV. Interprétation de l'examen échographique	21
V. Critères de jugement.....	21
VI. Analyses statistiques	21
RESULTATS.....	23
I. Caractéristiques des sujets.....	23
II. Performance diagnostique de l'examen échographique	23
a. Distribution des volumes ingérés	23
b. Evaluation qualitative seule	23
c. Algorithme clinique	23
DISCUSSION	25
CONCLUSION	27
ANNEXES.....	28
BIBLIOGRAPHIE.....	33
SIGNATURES	37
DEPOT DE SUJET DE THESE.....	38
RESUME	39

INTRODUCTION

Malgré une incidence rapportée apparemment faible, l'inhalation pulmonaire du contenu gastrique est une complication responsable de la troisième cause de mortalité en France relative à l'anesthésie (1) et l'une des principales causes de séquelles neurologiques liées à l'anesthésie et à l'accès aux voies aériennes dans les pays développés. Depuis la description du syndrome d'inhalation pulmonaire du contenu gastrique en 1946 par Mendelson (2), la stratification du risque d'inhalation bronchique du contenu gastrique s'est imposée comme une étape primordiale avant la réalisation d'une procédure anesthésique. L'existence d'un « estomac plein » est le principal déterminant de l'apparition d'une inhalation dans un contexte d'anesthésie générale. L'évaluation clinique du risque d'inhalation bronchique avant une procédure anesthésique est basée sur un faisceau d'arguments reposant sur des phénomènes physiopathologiques et de l'analyse descriptive de groupes de patients ayant inhalé rapportés dans la littérature. Cette évaluation clinique pourrait donc manquer d'objectivité, car non guidée par le contenu gastrique en lui-même, et pourrait conduire à un taux élevé d'anesthésies « inappropriées ».

I. L'inhalation pulmonaire

a. **Physiopathologie de l'inhalation pulmonaire du contenu gastrique**

La physiopathologie de la survenue d'une inhalation du contenu gastrique comprend une séquence d'événements représentée très schématiquement sur la Figure 1. Tout d'abord, il doit exister un contenu gastrique « significatif » capable d'augmenter la pression intra-gastrique, jusqu'à dépasser la pression du sphincter inférieur de l'œsophage. Ensuite, la pénétration du contenu gastrique dans l'arbre trachéo-bronchique requiert une baisse du tonus du sphincter supérieur de l'œsophage et une incompétence des réflexes de protection des voies aériennes supérieures.

Le contenu gastrique est qualifié de « critique » lorsqu'il est susceptible d'élever suffisamment la pression intra-gastrique pour dépasser le tonus du sphincter inférieur de l'œsophage. Il est plus connu en anesthésie sous le terme « d'estomac plein ». Différents seuils ont été définis par les auteurs, allant chez l'adulte de 0,8 mL.kg⁻¹ (5) à 1,5 mL.kg⁻¹ (6). En pédiatrie, certains auteurs proposent la valeur seuil de 1,25 mL.kg⁻¹ (7). La présence de solides étant un élément de gravité de l'inhalation, elle fait également partie de la définition de « l'estomac plein » (6).

Classiquement, la vidange gastrique débute dans les minutes suivant le début du repas par les liquides clairs, suivant une courbe exponentielle extrêmement rapide. La vidange gastrique des solides est beaucoup plus lente, débute environ une heure après le repas selon une courbe linéaire et la densité calorique du repas contribue à ralentir la vidange gastrique (8).

Le stress, la douleur et l'anxiété, probablement médiées par le système nerveux autonome (9), sont susceptibles de perturber la motilité gastroduodénale. Cela pourrait en partie expliquer l'incidence plus élevée d'inhalation bronchique lors d'une chirurgie en urgence. (10). Chez l'enfant opéré d'une chirurgie traumatique en urgence, la sévérité du traumatisme semble avoir un impact plus important que le délai depuis le dernier repas (11).

En chirurgie digestive, l'occlusion est une pathologie classiquement à risque « d'estomac plein », comme la sténose du pylore en pédiatrie (15). Les patients aux antécédents de chirurgies bariatriques ont un

risque majoré d'inhalation au cours de l'anesthésie, y compris après une perte de poids, et les patients opérés d'un bypass gastrique seraient plus à risque que ceux ayant eu une sleeve gastrectomie ou la mise en place d'un anneau gastrique (16). Toute pathologie intra-abdominale (tumeur, ascite, péritonite, pancréatite...) peut majorer la pression intra gastrique du fait de l'augmentation de la pression intra-abdominale ou par compression directe de l'estomac et favoriser la survenue de régurgitation (13).

Concernant l'impact de l'obésité, les études rapportent des résultats divergents (19). Si l'on s'intéresse au volume gastrique rapporté au poids (mL.kg⁻¹), on ne trouve pas de différence chez l'adulte comme chez l'enfant (20). Toutefois, nous ne pouvons exclure qu'un surcroît de graisse abdominale soit susceptible d'augmenter la pression intra-gastrique et de majorer le risque d'inhalation (30).

La femme enceinte est à risque majoré d'inhalation (18). Le terme à partir duquel ce risque devient significatif est sujet à controverse, mais se situerait entre 16 et 20 semaines d'aménorrhée (17). Chez la parturiente à terme en dehors du travail, 37,5% des patientes à jeun depuis six heures présenteraient un volume gastrique compatible avec un « estomac plein » (22).

De nombreuses pathologies sont susceptibles d'impacter la vidange gastrique : syndromes dysautonomiques, tétraplégie, maladie de Parkinson, sclérodermie, amylose, insuffisance rénale chronique (24,38) particulièrement au stade terminal (39), diabète (37) et hypothyroïdie (31,35). L'insulino-résistance altérerait la motricité gastrique (32), et semble en relation avec l'existence d'une dysautonomie (35-36). Toutefois, selon certains travaux (36), seuls les patients présentant un diabète déséquilibré (HbA1C > 9%) présentent un volume gastrique significativement plus élevé.

Les opioïdes ralentissent la vidange gastrique, qu'il soit administré par voie intraveineuse (12) ou péri-médullaire (14). Leur administration préopératoire lors d'une anesthésie en urgence pourrait en partie expliquer la prévalence plus élevée « d'estomac plein ».

Le tabagisme n'aurait pas d'impact sur le volume gastrique (25) et le port de patchs nicotinique ne modifierait pas la vidange gastrique. La consommation de cannabis aurait un effet inhibiteur sur la vidange gastrique. Les situations d'éthylisme aigu s'accompagnent d'un ralentissement significatif de la vidange gastrique

La littérature suggère que la consommation de chewing gum aurait un effet bénéfique sur la récupération de la fonction gastro-intestinale postopératoire après une chirurgie digestive ou gynécologique (26), et s'intègre ainsi dans différents programmes de réhabilitation postopératoire (27).

Les études retrouvent l'application de stratégies anesthésiques inadaptées et la mauvaise gestion des voies aériennes supérieures comme facteurs de risque de survenue d'inhalation en anesthésie. Elle survient dans plus de la moitié des cas au cours de l'induction anesthésique, notamment durant la laryngoscopie (4). L'insufflation d'air dans l'estomac et la toux due à une anesthésie trop légère pendant la laryngoscopie peuvent favoriser la survenue d'épisodes de régurgitations, et les difficultés d'intubation exposent particulièrement au risque de survenue d'une inhalation, indépendamment du contenu gastrique. Toutefois, une proportion non négligeable d'inhalation a été rapportée durant l'entretien de l'anesthésie, notamment en l'absence de protection des voies aériennes supérieures (sédation, masque laryngé). La phase de réveil et la période postopératoire immédiate est également à fort risque d'inhalation (3), par exemple lors de l'extubation en cas d'incompétence pharyngolaryngée persistante (curarisation résiduelle). Ces situations à risque sont facilement évitables.

b. Incidence de l'inhalation en anesthésie pédiatrique

L'étude multicentrique observationnelle APRICOT (28) révèle en 2017 que l'incidence de l'inhalation en anesthésie pédiatrique est un évènement particulièrement rare, estimée entre 0,05 et 0,1%. Cette inhalation n'avait pas eu de conséquence dans plus de la moitié des cas et elle avait eu une conséquence mineure (oxygénothérapie transitoire, administration d'un bronchodilatateur, début d'une antibiothérapie) dans environ un tiers des cas seulement. Aucun séjour en soins intensifs, aucun décès ni aucune conséquence à long terme n'ont été recensés.

II. Jeûne préopératoire

La règle du jeûne strict six heures avant toute intervention programmée s'est imposée. Cette mesure a contribué à réduire considérablement le risque d'inhalation pulmonaire en anesthésie.

Si l'on s'intéresse aux effets du jeûne prolongé, le risque d'hypoglycémie est surtout décrit chez les enfants de moins de six mois, tandis qu'une acidose de jeûne est commune chez les enfants avant l'âge de cinq ans. Chez l'adulte la sécrétion de glucagon en réponse à l'hypoglycémie est responsable d'une résistance à l'insuline qui est un facteur indépendant associé à la durée d'hospitalisation en chirurgie réglée (8). Chez le nourrisson les réserves hydriques sont réduites et le jeûne prolongé peut entraîner une hypovolémie délétère, cause d'hypotension plus marquée à l'induction et de sur risque de difficulté d'abord vasculaire. Le jeûne prolongé diminue le confort préopératoire et peut contribuer à augmenter l'anxiété.

III. Recommandations pédiatriques

En 2022, les recommandations européennes concernant le jeûne préopératoire ont été mises à jour. Elles précisent l'importance de la lutte contre le jeun prolongé et réduisent à une heure l'ingestion des liquides clairs, justifiée par la réduction effective de la durée de jeun réelle. L'alimentation solide est recommandée jusqu'à six heures avant une induction anesthésique. Sauf contre-indication, un apport liquidien postopératoire précoce et libéral devrait toujours être encouragé en post opératoire chez l'enfant. Pour les nourrissons, l'allaitement maternel ainsi que le lait maternel enrichi devrait être encouragé jusqu'à trois heures avant l'induction anesthésique. Les laits artificiels non enrichis devraient être encouragés jusqu'à quatre heures avant l'induction anesthésique.

Elles précisent que les conditions de jeun ne diffèrent pas dans les situations suivantes : reflux gastro œsophagien, dyspepsie fonctionnelle non ulcéreuse, pathologique cardiaque congénitale, obésité, atésie de l'œsophage ou fistule trachéo-oesophagienne opérées sans retard de la vidange gastrique documentée ou sans sténose œsophagienne, diabète de type 1, chewing gum, enfant nourri par sonde entérale ou gastrostomie (mise à jeun selon les mêmes délais)

IV. Apport de l'échographie gastrique

Depuis une décennie, l'utilisation de l'échographie de l'antré gastrique pour l'évaluation du contenu de l'estomac s'est considérablement développée dans le domaine de l'anesthésie.

a. Conditions de réalisation et éléments de sono-anatomie antrale

En échographie, l'antré gastrique est identifiable dans la région épigastrique (Figure 2). Chez l'adulte et le grand enfant, on utilise une sonde abdominale à basse fréquence (2-5 MHz). Chez l'enfant de moins de 10 kg, l'utilisation d'une sonde linéaire à haute fréquence (7-12 MHz) semble plus adaptée, du fait de la situation plus superficielle de l'antré.

La réalisation d'une échographie antrale débute chez un patient allongé en décubitus dorsal demi-assis, avec un angle de surélévation allant jusqu'à 45° (33). L'examen se poursuit en décubitus latéral droit. Cette position permet à l'air situé au niveau de l'antré a tendance à se déplacer vers le corps gastrique et le fundus, limitant les artéfacts dus à la présence d'air dans la lumière antrale (34). Cette position permet également au contenu de l'estomac de se déplacer au niveau de l'antré, améliorant la sensibilité de l'examen (34,40).

L'antré gastrique présente des rapports anatomiques directs avec le lobe gauche du foie à droite et en avant, et avec le corps du pancréas en arrière (34,40) (Figure 3). Dans l'objectif de standardiser la coupe, l'aorte ou l'artère mésentérique supérieure doivent être visualisées avant analyse de l'image échographique (33,34,40).

b. Evaluation échographique du contenu gastrique

L'évaluation qualitative du contenu gastrique est la première étape de l'échographie antrale (34,40). La Figure 4 représente les principaux aspects échographiques en fonction du type de contenu gastrique. Chez le sujet à jeun, l'antré vide apparaît aplati, où se juxtaposent les parois antérieure et postérieure de l'estomac, sous une forme ovoïde ou arrondie en « œil de bœuf ». Aucun péristaltisme n'est visible. Après ingestion d'un liquide, l'antré apparaît arrondi, distendu, avec une paroi fine, et le péristaltisme peut être visible. On observe l'apparition d'un contenu hypoéchogène ponctué de multiples zones hyperéchogènes correspondant à la présence de bulles de gaz. Après quelques minutes ou en décubitus latéral droit, ces bulles disparaissent et le contenu liquidien apparaît hypoéchogène et homogène. Après ingestion d'un solide, l'antré apparaît également arrondi, distendu, avec une paroi fine et un péristaltisme présent. Le contenu gastrique apparaît sous la forme d'images hyperéchogènes, incluant des artéfacts à type de cône d'ombre, gênant la visualisation des structures plus profondes. Cet aspect est dû au mélange d'air avec le bol alimentaire. Plus tardivement, on observe une image plus homogène, d'échogénicité intermédiaire, ne gênant plus la visualisation des organes profonds.

A l'issue de l'examen, trois situations sont possibles. L'estomac peut d'emblée être caractérisé comme « plein », en cas de contenu solide visible au sein de l'antré, ou « vide » en l'absence de contenu visualisé dans l'estomac à la fois en décubitus dorsal et en décubitus latéral droit. Autrement, l'identification de liquide clair au sein de l'antré imposera d'en estimer le volume de manière quantitative ou semi-quantitative, afin d'apprécier s'il est à risque ou non d'inhalation bronchique.

L'aire antrale peut être calculée, en décubitus latéral droit, à partir du diamètre longitudinal et du diamètre antéro-postérieur de l'antré gastrique mesurés de séreuse à séreuse en dehors des contractions péristaltiques dans le plan de coupe sagittal décrit précédemment (Figure 5), selon la formule (33) :

$$\text{Aire antrale} = (\pi \times \text{diamètre longitudinal} \times \text{diamètre antéro-postérieur}) / 4$$

Chez l'adulte, il est démontré que l'aire antrale est corrélée au le volume gastrique et que la force de cette corrélation était supérieure en décubitus latéral droit qu'en décubitus dorsal (33). Diverses formules mathématiques ayant pour but d'estimer le volume de liquide gastrique à l'aide des mesures d'aire de section antrale ont été validés (33,40,43,44).

L'équipe d'Anahi Perlas a proposé une échelle échographique semi-quantitative de grades antraux, basée sur la visualisation ou non de liquide au sein de l'antrum gastrique, en décubitus dorsal et en décubitus latéral droit (45). Cette échelle (table 1), a pour but d'estimer visuellement le volume de liquide gastrique et d'établir une stratification rapide, au « lit du patient », du risque d'inhalation. Un grade 0 correspondrait systématiquement à un « estomac vide » (45,46) (Figure 6), avec un volume de liquide gastrique inférieur à 1,5 mL.kg⁻¹ (47). Un grade 2 correspondrait systématiquement à un « estomac plein » (7,45,46) (Figure 6). Enfin, le grade 1 ne permet pas de conclure, et nécessite le calcul du volume gastrique. Cette échelle est simple d'utilisation et est admise chez l'adulte, le patient obèse, la femme enceinte et dans la population pédiatrique (45-47).

c. Intérêts de l'intégration de l'échographie antrale dans un algorithme d'évaluation du risque d'inhalation

La capacité diagnostique de l'évaluation qualitative pour la détermination du type de contenu gastrique est relativement élevée chez l'adulte et semble également satisfaisante chez l'enfant opéré en urgence (43). Il est donc envisageable d'intégrer l'échographie antrale dans un algorithme d'évaluation du risque d'inhalation et de décision clinique.

Chez l'adulte en dehors de la grossesse, la majorité des études ont rapporté une haute faisabilité de l'échographie antrale, avec un taux d'échec de moins de 5%. L'examen paraît également réalisable chez l'enfant (30,45) mais pourrait s'avérer plus difficile dans certaines situations du fait de la présence d'air dans l'estomac ou d'une agitation de l'enfant, notamment en contexte d'urgence (15,43). Cet examen est rapidement réalisable, de quelques dizaines de secondes à cinq minutes (44). La mesure de la surface antrale présente une excellente reproductibilité intra et inter-observateur (48), et il a également été rapporté une bonne reproductibilité inter-observateur concernant la détermination du type de contenu gastrique par l'évaluation qualitative (44). L'échographie antrale est une technique d'acquisition relativement rapide.

Une étude réalisée chez l'enfant devant être opéré en urgence a montré que l'évaluation clinique seule basée sur la durée de jeûne et l'existence ou non de facteurs de risque « d'estomac plein » était peu performante dans l'appréciation du risque d'inhalation bronchique, et susceptible de conduire à une anesthésie inappropriée dans 51% des cas (43). La réalisation de l'échographie antrale conduisait à une modification de la stratégie anesthésique dans près de la moitié des cas. En anesthésie pédiatrique la prévalence d'estomac plein lors d'une anesthésie en urgence est estimée à 40% (1).

d. Recommandation concernant l'utilisation de l'échographie gastrique en anesthésie pédiatrique

Les recommandations européennes portant sur le jeûne préopératoire en pédiatrie préconisent d'interpréter l'examen de manière uniquement qualitative, sans réaliser de mesures de surface antrale. Néanmoins, la performance diagnostique de cette approche qualitative seule n'a jamais été évaluée.

V. Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette étude est de déterminer si la performance diagnostique de l'évaluation qualitative du contenu gastrique par échographie chez l'enfant est suffisante pour la détection d'un volume de liquide supérieur à 1,25 mL.kg⁻¹

MATERIELS ET METHODES

I. Design de l'étude

L'étude QUALIGASTR est une Etude de cohorte prospective monocentrique, randomisée, en simple insu, ayant reçu l'accord du Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre-Mer III, N° 2023-A01821-44, et enregistrée sur le registre ClinicalTrials.gov (No.NCT06079268). Le protocole prévoyait une durée de la période d'inclusion de 18 mois. Le protocole était réalisé au sein du Service d'anesthésie réanimation de l'hôpital Femme Mère Enfant, Hospices civils de Lyon, entre Janvier et Avril 2024. La durée de la participation pour chaque sujet était de 15 minutes. Parents et enfant recevaient une information orale et écrite, et le consentement des deux parents étaient requis avant l'inclusion.

II. Sujets

Cette étude a été réalisée chez des enfants volontaires sains âgés de 1 à 10 ans, sans antécédent médical notable (classe de l'American Society of Anesthesiologists ASA 1), et affiliés à un régime de sécurité sociale. Leur inclusion nécessitait d'être à jeun selon les recommandations de la société européenne d'anesthésie de 2022 (cf intro).

Les critères de non inclusions comprenaient une agitation de l'enfant empêchant la réalisation de l'examen échographique, le non-respect des consignes de jeûne, la présence d'antécédent médico-chirurgical oeso-gastroduodénal, la prise de traitements affectant la motilité gastrique (Erythromycine, Métoclopramide...), une obésité définie par un indice de masse corporelle $\geq 30 \text{ kg.m}^{-2}$, et toute pathologie pouvant affecter le volume gastrique : diabète insulino-dépendant ou requérant, reflux gastro-œsophagien, sclérodermie.

Un volontaire était sorti prématurément de l'étude en cas de non-visualisation de l'antrum gastrique lors de la première échographie, ou de changement d'avis avec refus de l'enfant ou des parents, de non-coopération de l'enfant pour la réalisation des échographies. On réalisait dans ce cas, une nouvelle inclusion d'un volontaire supplémentaire pour remplacer la sortie prématurée de l'étude.

III. Protocole

Chaque session avait lieu le matin. Les enfants étaient installés en décubitus dorsal proclive à 45° (tête de lit surélevée). Une première échographie gastrique était réalisée par l'investigateur 1 qui ne réalisait pas les échographies suivantes, afin de s'assurer de l'absence de contenu gastrique en décubitus dorsal puis en décubitus latéral droit, ce qui permettra d'affirmer la vacuité gastrique.

L'investigateur 1 procédait ensuite à la randomisation du volume de liquide clair à ingérer pour l'étude via un logiciel informatisé. Ce volume pouvait être de 0 ml.kg^{-1} , 0.6 ml.kg^{-1} , 1 ml.kg^{-1} , 1.25 ml.kg^{-1} , 1.5 ml.kg^{-1} ou 2 ml.kg^{-1} . La distribution prévoyait une prévalence de volume $> 1.25 \text{ ml.kg}^{-1}$ autour de 40%. La randomisation était réalisée après signature du consentement par les deux parents. L'enfant était ensuite invité à boire ce volume de liquide clair (eau ou jus de pomme selon son choix) déterminé selon les résultats de la randomisation sous la supervision du 1^{er} investigateur ayant réalisé la première échographie.

L'investigateur 2 pouvait ensuite réaliser l'échographie gastrique en aveugle du volume de liquide ingéré, trois minutes après l'ingestion de liquide clair. La durée de l'examen était de trois minutes maximum. Les examens échographiques de l'antrum gastrique étaient réalisés à l'aide d'un échographe Sonosite (échographe du service, S-Nerve, Bothell, WA, USA, marquage CE 0086) équipé d'une sonde de fréquence 2-5,5 MHz et d'une sonde linéaire de fréquence 10 MHz. Les diamètres (longitudinal D1 et antéropostérieur D2) de l'antrum étaient mesurés en latéral droit, dans le plan sagittal passant par l'aorte abdominale et le lobe gauche du foie pour le calcul de l'aire de section antrale, donnée par la formule de l'aire antrale (33) : ***Aire antrale = $\pi \times D1 \times D2 / 4$.***

IV. Interprétation de l'examen échographique

Lors de l'examen en décubitus dorsal en proclive à 45° par le second investigateur, le caractère « d'estomac plein » correspondait à la visualisation d'un contenu liquide clair hypoéchogène au sein d'un antrum dilaté, alors qu'un antrum vide signifiait le caractère « d'estomac vide »

L'algorithme clinique de cette étude définissait alors un « estomac vide » lorsque la visualisation d'un antrum gastrique vide était retrouvée lors de l'examen échographique dans les 2 positions, soit en décubitus dorsal proclive à 45° ainsi qu'en décubitus latéral droit. Lorsqu'un contenu liquidien était retrouvé à l'échographie de l'antrum gastrique, on considérait le caractère d'estomac vide lorsque le calcul du contenu gastrique était inférieur ou égal à 1,25 ml.kg⁻¹. Un volume gastrique calculé supérieur à 1,25 ml.kg⁻¹ était alors considéré comme « estomac plein ».

Le modèle mathématique suivant, validé chez l'enfant de 11 mois à 18 ans, a été utilisé pour le calcul du volume de liquide gastrique à partir des mesures antrales (45) :

$$\text{Volume de liquide (ml.kg}^{-1}\text{)} = [-7.8 + 3.5 \times \text{Aire Antrale (cm}^2\text{)} + 0.127 \times \text{Age (mois)}] / \text{Poids (kg)}.$$

V. Critères de jugement

Le critère de jugement principal était l'évaluation de la sensibilité et la spécificité de l'évaluation qualitative en décubitus dorsal à 45° dans la détection d'un volume liquidien supérieur à 1,25 ml. kg⁻¹.

Les critères de jugement secondaires étaient de :

- Déterminer les valeurs prédictives positive et négative et les rapports de vraisemblances positif et négatif de l'évaluation échographique qualitative en décubitus dorsal à 45° pour la détection d'un volume liquidien supérieur à 1,25 ml.kg⁻¹.
- Déterminer la performance diagnostique (sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive et négative, rapport de vraisemblance positif et négatif) de l'algorithme clinique qui combine une évaluation qualitative au calcul du volume de liquide gastrique après mesure de la surface antrale réalisée en décubitus latéral droit, pour la détection d'un volume de liquide supérieur à 1,25 ml.kg⁻¹.

VI. Analyses statistiques

Afin de prouver que l'examen de l'antrum gastrique permet de détecter un volume supérieur à 1,25 ml.kg⁻¹ avec une sensibilité et une spécificité supérieure ou égale à 90%, le calcul du nombre de sujets nécessaire était de 87 (avec un intervalle de confiance de 10%, en considérant un risque $\alpha = 0.05$ et un risque $\beta = 0.1$) (50). Nous avons décidé d'inclure 90 sujets, et ainsi de réaliser 90 examens échographiques, parmi lesquels 36 étaient réalisés après ingestion d'un liquide clair d'un volume > 1,25 ml.kg⁻¹.

Concernant les mesures de la performance diagnostique, la sensibilité, la spécificité, les valeurs prédictives positive et négative, ainsi que les rapports de vraisemblance positif et négatif ont été calculés avec un intervalle de confiance de 95% (IC95%), reposant sur le score de Wilson avec correction de continuité.

Une analyse en régression linéaire ainsi que le calcul du coefficient de corrélation de Pearson ont été effectués entre le volume de liquide ingéré et le volume gastrique calculé selon l'algorithme. La concordance entre le volume de liquide ingéré et le volume gastrique calculé a été évalué en utilisant l'analyse de Bland Altman.

L'évaluation de la distribution des données quantitatives a été effectuée d'après un test de Shapiro-Wilk. Elles ont été exprimées en moyenne (Dérivation Standard, DS), ou médiane [écart interquartile, EIQ).

Pour chaque test, un $p < 0,05$ était considéré comme significatif.

RESULTATS

I. Caractéristiques des sujets

Sur 92 volontaires éligibles à l'inclusion, deux sont sortis prématurément de l'étude en raison d'une agitation empêchant la réalisation de l'échographie. Au final, 90 sujets ont été inclus entre janvier et avril 2024. Parmi eux, on comptait 51 garçons et 39 filles. Ils étaient âgés de $6,4 \pm 2,6$ ans en moyenne. Ils mesuraient 121 ± 18 centimètres en moyenne et pesaient 24 ± 7 kg soit un Indice de Masse Corporelle (IMC) de 16 kg.m^{-2} (EIQ 15,17). Le flow chart de l'étude est représenté sur la figure 7.

II. Performance diagnostique de l'examen échographique

a. Distribution des volumes ingérés

La distribution des volumes ingérés prévue par le protocole a été respectée (Tableau 2). Ceci représentait un volume de $26,3 \pm 18,3$ ml, soit $1,1 \pm 0,7 \text{ ml.kg}^{-1}$ en moyenne. La prévalence de 40% de volume $> 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$ comme défini dans le protocole a été respectée.

b. Evaluation qualitative en décubitus dorsal proclive à 45°

L'antre était vide chez 55 participants (61%), dont 46 (84%) avaient ingéré un volume de liquide $\leq 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$. Du liquide était retrouvé au sein de l'antre lors de l'échographie chez 35 participants (39%), dont 27 (77%) avaient ingéré un volume de liquide clair $> 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$.

Concernant la performance diagnostique de l'évaluation qualitative en décubitus dorsal à 45° dans la détection d'un volume gastrique à risque ($> 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$), le taux de vrais positifs (VPP) était de 77%, le taux de faux positifs était de 23%, le taux de vrais négatifs (VPN) était de 84%, le taux de faux négatifs était de 16%. La sensibilité était de 75% (IC95% 58-88). La spécificité était de 85% (IC95% 73-93). Le rapport de vraisemblance positif était de 5,1 (IC95% 2,6-9,9), le rapport de vraisemblance négatif était de 0,29 (IC95% 0,16-0,52). La performance diagnostique de l'évaluation qualitative est résumée dans le tableau 4.

c. Algorithme clinique

En décubitus latéral droit, l'antre était vide chez 21 participants (23%) dont 100% présentaient un antre vide en décubitus dorsal. Parmi eux, 2 avaient ingéré un liquide clair de volume $> 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$. Chez 69 participants (77%), l'antre présentait un contenu liquidien à l'examen échographique. Ce contenu avait été retrouvé dans 1 cas sur 2 (35 participants, 51%) en décubitus dorsal. Enfin, chez ces 35 derniers, 27 (77%) avaient effectivement ingéré un liquide $> 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$. Sept enfants (21%) sur les 34 enfants avaient un antre vide en décubitus dorsal et un contenu liquidien en décubitus latéral droit et avaient bu un volume liquidien $> 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$.

Selon l'algorithme, 43 enfants (48%) avaient un « estomac plein », dont 31 (71%) avaient bu un volume de liquide clair $> 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$. Chez 47 enfants, l'algorithme concluait à un « estomac vide », dont 5 (11%) avaient bu un volume $> 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$. Concernant la performance diagnostique l'algorithme clinique pour la détection d'un volume liquidien $> 1,25 \text{ ml.kg}^{-1}$, la sensibilité était de 86% (IC95% 71-95), et la spécificité était de 78% (IC95% 64-88). La valeur prédictive positive était de 72% (IC95% 56-85), la valeur prédictive négative était de 89% (IC95% 80-96). Le rapport de vraisemblance positif était de 3,9 (IC95% 2,3-6,5), le rapport de vraisemblance négatif était de 0,18 (IC95% 0,08-0,41). La performance diagnostique de l'algorithme est résumée dans le tableau 4.

La surface antrale en fonction du volume ingéré est résumée dans le tableau 3. La médiane de la surface antrale mesurée en décubitus latéral droit était de $7,12 \text{ cm}^2$, avec pour quartiles 7,12 et $9,87 \text{ cm}^2$. La

corrélation a été testée via le coefficient de corrélation de Pearson $r = 0,67$; $p < 0,0001$. En moyenne, la mesure du volume gastrique présentait une erreur 2,3 ml (IC95% -25,2-29,9). La concordance entre le volume calculé par l'algorithme clinique et le volume ingéré est représentée sur le diagramme de Bland et Altman (figure 8).

DISCUSSION

Les résultats de cette étude retrouvent une sensibilité à 75% et une spécificité à 85% de l'approche qualitative seule pour la détection d'un volume liquide supérieur à 1,25 ml.kg⁻¹. Pour l'évaluation qualitative, l'échographie gastrique était réalisée chez l'enfant en décubitus dorsal proclive à 45°, de même que lors d'une échographie gastrique chez l'adulte car il a été démontré chez l'adulte que la position demi assise améliorait la sensibilité de l'examen en comparaison à la réalisation d'une échographie gastrique en décubitus dorsal strict (51).

Lorsque l'on s'intéresse aux critères de jugement secondaires de l'évaluation qualitative en décubitus dorsal proclive à 45°, on retrouve une valeur prédictive positive de 84% et une valeur prédictive négative de 77%. La probabilité d'avoir un « estomac vide » lorsque l'on retrouvait un antre vide à l'échographie en décubitus dorsal et réciproquement était autour de 85%. Ce résultat s'explique par le fait qu'environ 40% des 55 enfants avec un antre vide à l'échographie en décubitus dorsal présentaient également un antre vide en décubitus latéral droit, situation qui correspond au patient « estomac vide ». La prévalence d'estomac plein dans la population étudiée était de 40%, comparable à la prévalence d'estomac plein rapportée en chirurgie en urgence dans la population pédiatrique, ce qui rend les valeurs prédictives positive et négative transposables à la pratique clinique.

Chez les sujets présentant un antre vide à l'échographie en décubitus dorsal, 60% avaient un examen en décubitus latéral droit retrouvant du liquide au sein de l'antre gastrique ; dont presque 80% avaient ingéré un volume $\leq 1,25$ ml. kg⁻¹. Cela signifie qu'un très grand nombre de patients présentant une échographie retrouvant du liquide en décubitus latéral droit avaient un volume gastrique « non à risque ». Un ratio similaire était retrouvé chez l'adulte dans des études précédentes. On peut donc en déduire, comme chez l'adulte, que la position décubitus latéral droit lors de la réalisation de l'échographie gastrique améliore la sensibilité, au prix d'une diminution de la spécificité.

La sensibilité de l'évaluation qualitative seule était de 75% (IC95% 58-88) et la valeur prédictive positive était de 77% (IC95% 60-90). Ce phénomène peut s'expliquer par la difficulté que représente la différenciation entre un antre vide et la présence d'un liquide clair au sein de ce dernier, en particulier dans le cas de petits volumes (33). En effet, la présentation de ces deux cas de figure peut être particulièrement proche, avec une hypoéchogénicité au sein de l'antre pouvant aussi bien correspondre à de l'air, qu'aux sucs gastriques sécrétés de manière physiologiques par l'estomac mais également à un liquide clair, dont le volume exact ne peut être déterminé précisément que par l'algorithme clinique.

En pratique clinique, il est vrai qu'une bonne sensibilité (>90%) est nécessaire pour éviter de considérer à tort un patient comme « estomac vide » alors qu'il présenterait en réalité un volume gastrique à risque. En effet, lors de l'évaluation du volume gastrique en vue d'une anesthésie en urgence, il est probablement moins grave de considérer un estomac « à risque » par excès, que de méconnaître un estomac plein. Dans le premier cas, l'attitude de l'anesthésiste sera en première intention de différer la chirurgie si l'urgence le permet. Dans le cas contraire, et si l'anesthésie locorégionale exclusive est impossible, il procèdera à une anesthésie générale avec induction en séquence rapide afin de limiter le risque d'inhalation. De même, une valeur prédictive positive optimale ($\geq 80\%$) est également souhaitable afin que le clinicien puisse tirer des conclusions fiables concernant le volume gastrique après la réalisation d'une échographie.

Si l'on s'intéresse à l'estimation du volume gastrique à partir du modèle mathématique, on trouve des résultats similaires à ceux rapportés dans l'étude de Spencer et al. (49), dont le modèle est construit à partir des données récoltées sur 100 endoscopies gastriques pédiatriques. Néanmoins, la concordance entre le volume calculé et le volume effectivement ingéré représentée dans le diagramme de Bland et Altman (figure 11) retrouve une erreur d'en moyenne 2,3 ml avec une bande de concordance large (-25,2-29,9 ml), ce qui en pratique correspond à une erreur potentiellement significative autour de 1 ml. kg⁻¹. Par conséquent, l'estimation du volume gastrique à partir du modèle mathématique proposé dans l'étude QUALIGASTR semble insuffisamment fiable pour déterminer précisément le volume gastrique en pédiatrie. En revanche, l'utilisation de ce modèle peut s'avérer intéressante dans le but de déterminer si le volume gastrique est supérieur ou inférieur à un cut-off donné (1,25 ml. kg⁻¹ ici) pour définir si on se trouve devant un estomac « à risque » ou « non à risque » en pédiatrie.

L'algorithme clinique utilisé dans l'étude QUALIGASTR présente une bonne estimation du volume gastrique en décubitus latéral droit, avec une forte sensibilité (86%) et une forte valeur prédictive négative (89%) dans la détection d'un volume gastrique > 1,25 ml.kg⁻¹. En d'autres termes, l'algorithme clinique est associé à un faible risque de conclure à tort que l'estomac est « vide », et sa performance diagnostique paraît compatible avec son utilisation en pratique clinique en anesthésie pédiatrique. Ces résultats vont à l'encontre des dernières recommandations européennes portant sur le jeûne préopératoire en pédiatrie qui préconisent d'interpréter l'examen de manière uniquement qualitative, sans réaliser de mesures de surface antrale. Toutefois, ces recommandations reposent principalement sur le fait que dans la plupart des études conduites chez l'enfant, l'évaluation du contenu gastrique repose sur une interprétation qualitative de l'examen échographique. Aucune étude n'avait jusqu'ici comparé l'évaluation du contenu gastrique en pédiatrie de manière qualitative, quantitative, ou encore combinée par le biais d'un algorithme, d'où notre démarche avec l'étude QUALIGASTR. Ces résultats sont toutefois à nuancer, car l'objectif principal de l'étude n'était pas de comparer les 2 approches et peuvent donc manquer de puissance. Au final, il semblerait que cette étude apporte des informations nécessaires au développement de l'échographie gastrique en pédiatrie, et nous aide à clarifier son interprétation.

L'étude QUALIGASTR présente certaines limites. L'examen échographique était réalisé 3 minutes après l'ingestion de liquide clair, de même que dans les études précédentes réalisées chez l'adulte. Cet intervalle a pu jouer un rôle dans la détection du liquide à l'échographie de l'antré, en permettant à l'estomac de se vider de tout ou partie du liquide.

Par ailleurs, l'étude a été réalisée sur des volontaires sains uniquement, ce qui rend les résultats peu reproductibles dans certaines situations particulières, par exemple avant une chirurgie digestive en urgence, chez l'enfant présentant une pathologie gastrique ou pouvant affecter la vidange gastrique.

Enfin, l'étude QUALIGASTR concerne l'interprétation de l'échographie gastrique immédiatement après ingestion de liquide, et tous les sujets étaient à jeun depuis plus de 6h (pour la plupart, la dernière prise alimentaire remontait la veille au soir et l'examen avait lieu le lendemain matin). L'aspect du contenu solide de l'estomac à l'échographie étant bien reconnaissable (42) et caractérisant d'office un estomac « à risque » sans limite de volume (40), nous avons fait le choix de concentrer notre étude sur l'évaluation du contenu liquidien.

CONCLUSION

Cette étude retrouve une performance diagnostique de l'évaluation qualitative de l'antrum gastrique par l'échographie gastrique en décubitus dorsal à 45° insuffisante pour être interprétée seule, dans la détection d'un volume gastrique à risque en anesthésie pédiatrique. En revanche, l'algorithme clinique basé sur le calcul du volume gastrique à l'aide d'un modèle mathématique semble fiable dans la détection d'un volume liquidien supérieur à 1,25 ml.kg⁻¹ en pédiatrie.

Les résultats de cette étude menée en pédiatrie diffèrent de ceux retrouvés chez l'adulte. D'autres études semblent nécessaires pour confirmer que l'interprétation de l'échographie gastrique de manière uniquement qualitative, comme suggéré par les dernières recommandations européennes, est fiable et suffisante.

Au final, il semblerait que cette étude apporte des informations nécessaires au développement de l'échographie gastrique en pédiatrie, et nous aide à clarifier son interprétation.

ANNEXES

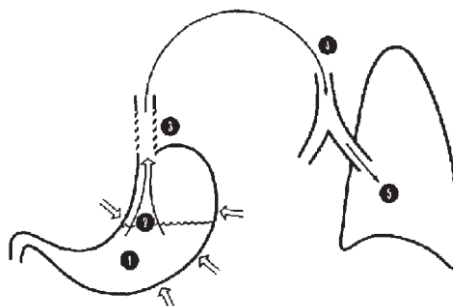


Figure 1. Mécanisme physiopathologique de l'inhalation bronchique du contenu gastrique. D'après Hardy *Can J Anesth* 1988 (13). Tout ou partie du contenu gastrique (1) est susceptible, à l'occasion d'une augmentation de la pression intra-gastrique (2) dépassant la pression du sphincter inférieur de l'œsophage (3), de pénétrer dans l'arbre trachéo-bronchique à travers le larynx (4) et d'engendrer une agression pulmonaire (5).

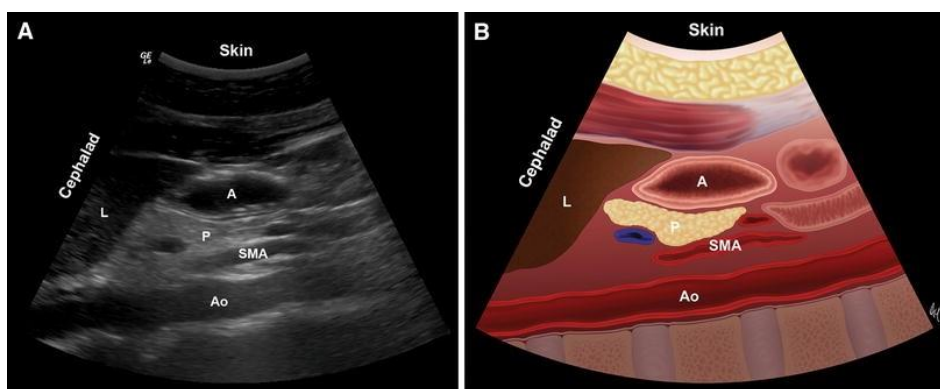


Figure 2 : Rapports anatomiques de l'antré gastrique selon un plan de coupe sagittal. D'après Cubillos et al. *Can J Anaesth* 2012 (34). A = antré gastrique, Ao = aorte, L = foie, P = pancréas, SMA = artère mésentérique supérieure



Figure 3 : Technique d'obtention du plan de coupe sagittal de l'antré gastrique en échographie. D'après Bouvet et Chassard *Ann Fr Anesth Reanim* 2014 (5).

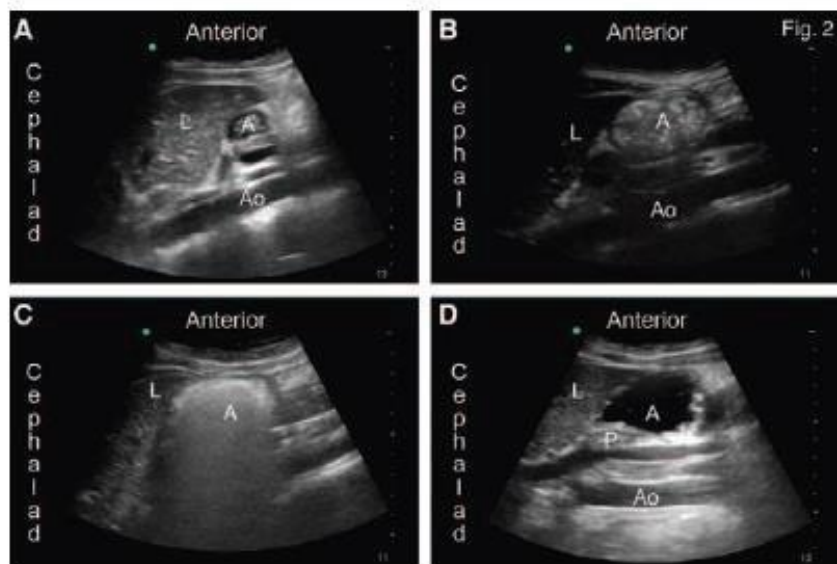


Figure 4 : Aspect échographique de l'antré gastrique en fonction du type de contenu gastrique. D'après El-Boghdadly et al. *Anesthesiology* 2016 (42). (A) Antré vide, (B) contenu gastrique solide plusieurs dizaines de minutes après l'ingestion, (C) contenu gastrique solide immédiatement après l'ingestion (aspect de « verre dépoli »), (D) contenu gastrique après ingestion de liquides clairs. A = antré gastrique, Ao = aorte, L = foie, P = pancréas.

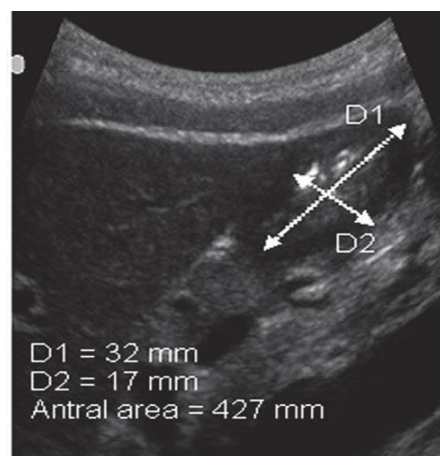


Figure 5 : Calcul de l'aire antrale à partir de la mesure échographique du diamètre longitudinal (D1) et antéro-postérieur (D2) de l'antré gastrique selon un plan de coupe sagittal standardisé comprenant le lobe gauche du foie et l'aorte. D'après Bouvet et al. *Anesthesiology* 2011 (33).

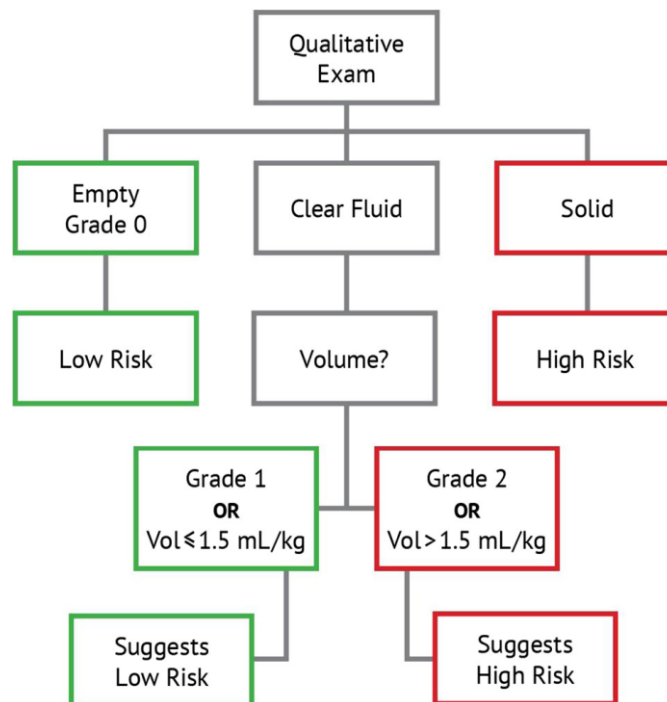


Figure 6 : Algorithme décisionnel proposé par l'équipe d'Anahi Perlas basé sur l'évaluation qualitative et quantitative de l'antré gastrique et détermination du grade antral échographique. D'après perlas et al. Can J Anaesth 2018 (52).

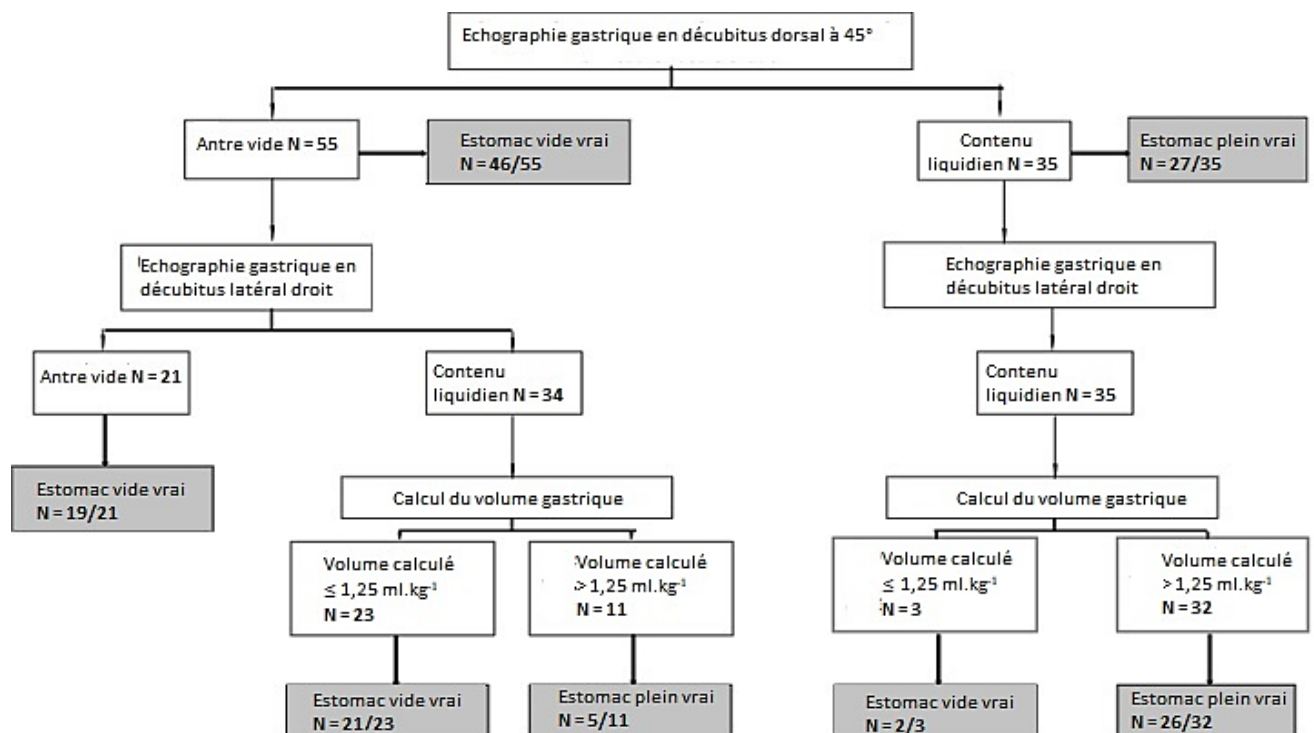


Figure 7 : Flow chart de l'étude QUALIGASTR.

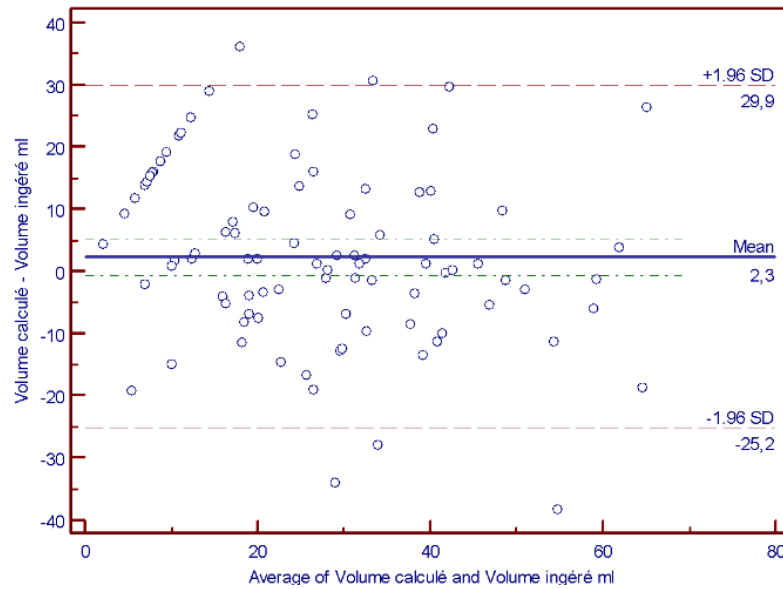


Figure 8 : Diagramme de Bland Altman représentant la concordance entre le volume calculé et le volume ingéré (ml).

Grade 0	Absence de contenu visualisé en décubitus dorsal et latéral droit
Grade 1	Contenu liquidien visualisé en décubitus latéral droit uniquement
Grade 2	Contenu liquidien visualisé à la fois en décubitus dorsal et latéral droit

Tableau 1 : Echelle de grades antraux décrite par Perlas et al (45)

V (ml)	n (%)
0	15 (16,7%)
0,6	13 (14,4%)
1	13 (14,4%)
1,25	13 (14,4%)
1,5	18 (20,0%)
2	18 (20,0%)

Tableau 2 : Distribution des volumes ingérés

V (ml)	Surface antrale
0	4,24 ± 1,92
0,6	5,92 ± 2,49
1	7,39 ± 3,24
1,25	9,14 ± 3,44
1,5	8,05 ± 3,24
2	10,07 ± 4,77
Médiane (quartiles)	7,12 (4,97-9,87) cm ²

Tableau 3 : Surface antrale par volumes ingérés

	Sensibilité	Spécificité	Valeur prédictive positive	Valeur prédictive négative	Rapport de vraisemblance positif	Rapport de vraisemblance négatif
Evaluation Qualitative	75% IC95% 58-88	85% IC95% 73-93	77% IC95% 60-90	84% IC95% 71-92	5,1 IC95% 2,6-9,9	0,29 IC95% 0,16-0,52
Algorithme Clinique	86% IC95% 71-95	78% IC95% 64-88	72% IC95% 56-85	89% IC95% 80-96	3,9 IC95% 2,3-6,5	0,18 IC95% 0,08-0,41

Tableau 4 : Performances diagnostiques de l'évaluation qualitative et de l'algorithme clinique dans la détection d'un volume gastrique >1,25 ml.kg⁻¹ chez l'enfant.

BIBLIOGRAPHIE

1. Warner MA, Warner ME, Warner DO, Warner LO, Warner JE. Perioperative Pulmonary Aspiration in Infants and Children. *Anesthesiology*. 1 janv 1999;90(1):66-71.
2. Mendelson CL. The aspiration of stomach contents into the lungs during obstetric anesthesia. *Am J Obstet Gynecol* 1946;52:191-205.
2. American Society of Anesthesiologists Committee. Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Committee on Standards and Practice Parameters. *Anesthesiology* 2011; 114: 495-511.
3. Janda M, Scheeren TW, Nöldge-Schomburg GF. Management of pulmonary aspiration. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2006; 20: 409-27.
4. Olsson GL, Hallen B, Hambraeus-Jonzon K. Aspiration during anaesthesia: a computer-aided study of 185,358 anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986; 30: 84-92.
5. Bouvet L, Chassard D. [Contribution of ultrasonography for the preoperative assessment of gastric contents]. *Ann Fr Anesth Reanim* 2014; 33: 240-7.
6. Van de Putte P, Perlas A. The link between gastric volume and aspiration risk. In search of the Holy Grail *Anaesthesia* 2018; 73: 274-279.
7. Demirel A, Özgünay ŞE, Eminoğlu Ş, Balkaya AN, Onur T, Kılıçarslan N, Gamlı M. Ultrasonographic Evaluation of Gastric Content and Volume in Pediatric Patients Undergoing Elective Surgery: A Prospective Observational Study. *Children (Basel)*. 2023 Aug 23;10(9):1432. doi: 10.3390/children10091432. PMID: 37761393; PMCID: PMC10529717.
8. Søreide E, Eriksson LI, Hirlekar G, Eriksson H, Henneberg SW, Sandin R, Raeder J; (Task Force on Scandinavian Pre-operative Fasting Guidelines, Clinical Practice Committee Scandinavian Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine). Preoperative fasting guidelines: an update. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005; 49: 1041-7.
9. Bouvet L, Duflo F, Bleyzac N, Mion F, Boselli E, Allaouchiche B, Chassard D. Erythromycin promotes gastric emptying during acute pain in volunteers. *Anesth Analg* 2006; 102: 1803-8.
10. Kimura Y, Yamauchi M, Inoue H, Kimura S, Yamakage M, Aimonio M, Sumita S. Risk factors for gastric distension in patients with acute appendicitis: a retrospective cohort study. *J Anesth* 2012; 26: 574-8.
11. Olsson GL, Hallén B. Pharmacological evacuation of the stomach with metoclopramide. *Acta Anaesthesiol Scand* 1982; 26: 417-20.
12. Yuan CS, Foss JF, O'Connor M, Roizen MF, Moss J. Effects of lowdose morphine on gastric emptying in healthy volunteers. *J Clin Pharmacol* 1998; 38: 1017-20.
13. Hardy JF. Large volume gastroesophageal reflux: a rationale for risk reduction in the perioperative period. *Can J Anaesth* 1988; 35: 162-73.
14. Porter JS, Bonello E, Reynolds F. The influence of epidural administration of fentanyl infusion on gastric emptying in labour. *Anaesthesia* 1997; 52: 1151-6. 190

15. Gagey AC, de Queiroz Siqueira M, Desgranges FP, Combet S, Naulin C, Chassard D, Bouvet L. Ultrasound assessment of the gastric contents for the guidance of the anaesthetic strategy in infants with hypertrophic pyloric stenosis: a prospective cohort study. *Br J Anaesth* 2016; 116: 649-54
16. Cuomo R, Giardino FR, Nisi G, Brandi C, Zerini I, Voglino C, Gaggelli I, Grimaldi L. Aspiration Pneumonia: a Shadow in Post-Bariatric Patient: Correlation between aspiration and minigastric bypass. *Obes Surg* 2019; 29: 3937-3940.
17. Bonnet MP. Sedation and anaesthesia for non-obstetric surgery. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2016; 35 Suppl 1: S35-S41.
18. Brock-Utne JG, Dow TG, Dimopoulos GE, Welman S, Downing JW, Moshal MG. Gastric and lower oesophageal sphincter (LOS) pressures in early pregnancy. *Br J Anaesth* 1981; 53: 381-4.
19. Harter R, Kelly W, Kramer M, Perz C, Dzwonczyk R. A comparison of the volume and pH of gastric contents of obese and lean surgical patients. *Anesth Analg* 1998; 86: 147-52.
20. Van de Putte P, Perlas A. Gastric sonography in the severely obese surgical patient: a feasibility study.
21. Cook-Sather SD, Liacouras CA, Previte JP, Markakis DA, Schreiner MS. Gastric fluid measurement by blind aspiration in paediatric patients: a gastroscopic evaluation. *Can J Anaesth* 1997; 44: 168-72.
22. Hakak S, McCaul CL, Crowley L. Ultrasonographic evaluation of gastric contents in term pregnant women fasted for six hours. *Int J Obstet Anesth* 2018; 34: 15-20.
23. Bresnick WH, Rask-Madsen C, Hogan DL, Koss MA, Isenberg JI. The effect of acute emotional stress on gastric acid secretion in normal subjects and duodenal ulcer patients. *J Clin Gastroenterol* 1993; 17: 117-22.
24. Dumitrascu DL, Barnert J, Kirschner T, Wienbeck M. Antral emptying of semisolid meal measured by real-time ultrasonography in chronic renal failure. *Dig Dis Sci* 1995; 40: 636-44.
25. Grimes DS, Goddard J. Effect of cigarette smoking on gastric emptying. *Br Med J* 1978; 2: 460-1
26. Bouvet L, Loubradou E, Desgranges FP, Chassard D. Effect of gum chewing on gastric volume and emptying: a prospective randomized crossover study. *Br J Anaesth* 2017; 119: 928-933.
27. Desgranges FP, Chassard D, Bouvet L. Pre-operative gum chewing: forbidden, allowed or recommended. *Anaesthesia* 2019; 74: 539.
28. Habre W, Disma N, Virag K, Becke K, Hansen TG, Jöhr M, et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *The Lancet Respiratory Medicine*. mai 2017;5(5):412-25.
29. Cook-Sather SD, Tulloch HV, Liacouras CA, Schreiner MS. Gastric fluid volume in infants for pyloromyotomy. *Can J Anaesth*. mars 1997;44(3):278-83.
30. Sümpelmann AE, Sümpelmann R, Lorenz M, Eberwien I, Dennhardt N, Boethig D, Russo SG. Ultrasound assessment of gastric emptying after breakfast in healthy preschool children. *Paediatr Anaesth* 2017; 27: 816-820.
31. Rimer DG. Gastric retention without mechanical obstruction. A review. *Arch Intern Med* 1966; 117: 287-99
32. Kaji M, Nomura M, Tamura Y, Ito S. Relationships between insulin resistance, blood glucose levels and gastric motility: an electrogastrography and external ultrasonography study. *J Med Invest* 2007; 54: 168-76.

33. Bouvet L, Mazoit JX, Chassard D, Allaouchiche B, Boselli E, Benhamou D. Clinical assessment of the ultrasonographic measurement of antral area for estimating preoperative gastric content and volume. *Anesthesiology* 2011; 114: 1086-92.
34. Cubillos J, Tse C, Chan VW, Perlas A. Bedside ultrasound assessment of gastric content: an observational study. *Can J Anaesth* 2012; 59: 416-23.
35. Merio R, Festa A, Bergmann H, Eder T, Eibl N, Stacher-Janotta G, Weber U, Budka C, Heckenberg A, Bauer P, Francesconi M, Schernthaner G, Stacher G. Slow gastric emptying in type I diabetes: relation to autonomic and peripheral neuropathy, blood glucose, and glycemic control. *Diabetes Care* 1997; 20: 419-23.
36. Ishihara H, Singh H, Giesecke AH. Relationship between diabetic autonomic neuropathy and gastric contents. *Anesth Analg* 1994; 78: 943-7.
37. Sabry R, Hasanin A, Refaat S, Abdel Raouf S, Abdallah AS, Helmy N. Evaluation of gastric residual volume in fasting diabetic patients using gastric ultrasound. *Acta Anaesthesiol Scand* 2019; 63: 615-619.
38. Strid H, Simrén M, Stotzer PO, Abrahamsson H, Björnsson ES. Delay in gastric emptying in patients with chronic renal failure. *Scand J Gastroenterol* 2004; 39: 516-20.
39. De Schoenmakere G, Vanholder R, Rottey S, Duym P, Lameire N. Relationship between gastric emptying and clinical and biochemical factors in chronic haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2001; 16: 1850-5.
40. Perlas A, Chan VW, Lupu CM, Mitsakakis N, Hanbidge A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Anesthesiology* 2009; 111: 82-9.
41. McNamee PT, Moore GW, McGeown MG, Doherty CC, Collins BJ. Gastric emptying in chronic renal failure. *Br Med J* 1985; 291: 310-1.
42. El-Boghdady K, Kruisselbrink R, Chan VW, Perlas A. Images in Anesthesiology: Gastric Ultrasound. *Anesthesiology* 2016; 125: 595
43. Gagey AC, de Queiroz Siqueira M, Monard C, Combet S, Cogniat B, Desgranges FP, Robinson P, Chassard D, Bouvet L. The effect of pre-operative gastric ultrasound examination on the choice of general anaesthetic induction technique for non-elective paediatric surgery. A prospective cohort study. *Anaesthesia* 2018; 73: 304-312.
44. Arzola C, Cubillos J, Perlas A, Downey K, Carvalho JC. Interrater reliability of qualitative ultrasound assessment of gastric content in the third trimester of pregnancy. *Br J Anaesth* 2014; 113: 1018-23.
45. Perlas A, Davis L, Khan M, Mitsakakis N, Chan VW. Gastric sonography in the fasted surgical patient: a prospective descriptive study. *Anesth Analg* 2011; 113: 93-7.
46. Alakkad H, Kruisselbrink R, Chin KJ, Niazi AU, Abbas S, Chan VW, Perlas A. Point-of-care ultrasound defines gastric content and changes the anesthetic management of elective surgical patients who have not followed fasting instructions: a prospective case series. *Can J Anaesth* 2015; 62: 1188-95.
47. Roukhomovsky M, Zieleskiewicz L, Diaz A, Guibaud L, Chaumoitre K, Desgranges FP, Leone M, Chassard D, Bouvet L; AzuRea, CAR'Echo Collaborative Networks. Ultrasound examination of the antrum to predict gastric content volume in the third trimester of pregnancy as assessed by MRI: A prospective cohort study. *Eur J Anaesthesiol* 2018; 35: 379-389. 272. Zieleskiewicz L, Boghossian
48. Kruisselbrink R, Arzola C, Endersby R, Tse C, Chan V, Perlas A. Intra- and interrater reliability of ultrasound assessment of gastric volume. *Anesthesiology* 2014; 121: 46-51.

49. Spencer AO, Walker AM, Yeung AK, Lardner DR, Yee K, Mulvey JM, Perlas A. Ultrasound assessment of gastric volume in the fasted pediatric patient undergoing upper gastrointestinal endoscopy: development of a predictive model using endoscopically suctioned volumes. *Paediatr Anaesth* 2015; 25: 301-8.
50. Buderer NM. Statistical methodology: I. Incorporating the prevalence of disease into the sample size calculation for sensitivity and specificity. *Acad Emerg Med*. 1996 Sep;3(9):895-900.
51. Bouvet L, Barnoud S, Desgranges FP, Chassard D. Effect of body position on qualitative and quantitative ultrasound assessment of gastric fluid contents. *Anaesthesia* 2019; 74: 862-867.
52. Perlas A, Arzola C, Van de Putte P. Point-of-care gastric ultrasound and aspiration risk assessment: a narrative review. *Can J Anaesth*. 2018 Apr;65(4):437-448

SIGNATURES

Vu, le Directeur de Thèse,
A Lyon, le 11/09/2024

Pr Lionel BOUVET

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke at the end.

Vu, Le Doyen de la Faculté de Médecine de Tours
A Tours, le

RESUME

Introduction

L'inhalation pulmonaire du contenu gastrique est la troisième cause de mortalité liée à l'anesthésie en France. L'échographie gastrique peut être utile pour identifier les patients à risque d'inhalation avant une anesthésie générale. Chez l'adulte cette évaluation se fait de manière qualitative et quantitative en mesurant le volume gastrique. En pédiatrie, seule la mesure qualitative est recommandée. On considère qu'un volume gastrique est à risque d'inhalation s'il est supérieur à 1,25 ml kg⁻¹ chez l'enfant.

A l'instar de l'adulte, un algorithme clinique est proposé afin de chercher une alternative pertinente à la méthode qualitative seule. Il combine une évaluation qualitative au calcul du volume de liquide gastrique après mesure de la surface antrale.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la performance diagnostique de l'évaluation échographique qualitative dans la détection d'un volume gastrique à risque.

Matériels et méthodes

Dans cette étude monocentrique, prospective, randomisée, en aveugle, nous avons inclus des enfants volontaires sains âgés de 1 à 10 ans. L'échographie de l'antrum gastrique était réalisée après ingestion d'un liquide clair dont le volume variait de 0 à 2 ml.kg⁻¹ selon la randomisation. L'évaluation qualitative était pratiquée en décubitus dorsal avec proclive à 45° puis en décubitus latéral droit. Les mesures de l'aire antrale pour le calcul du volume gastrique étaient réalisées en décubitus latéral droit.

Résultats

Quatre-vingt-dix sujets ont été inclus entre janvier et avril 2024. L'évaluation qualitative en décubitus présentait une sensibilité de 75% (IC95% 58-88) et une spécificité de 85% (IC95% 73-93). Concernant la performance diagnostique de l'algorithme clinique, la sensibilité était de 86% (IC95% 71-95), et la spécificité était de 78% (IC95% 64-88).

Conclusion

La performance diagnostique de l'évaluation de l'antrum gastrique par l'échographie gastrique semble insuffisante pour être interprétée de manière uniquement qualitative, pour la détection d'un volume liquide à risque, en anesthésie pédiatrique.

Une méthode mixte qualitative et quantitative pourrait être une méthode plus performante.

HENRIET Anaïs

40 pages, 8 figures, 4 tables

Introduction

L'inhalation pulmonaire du contenu gastrique est la troisième cause de mortalité liée à l'anesthésie en France. L'échographie gastrique peut être utile pour identifier les patients à risque d'inhalation avant une anesthésie générale. Chez l'adulte cette évaluation se fait de manière qualitative et quantitative en mesurant le volume gastrique. En pédiatrie, seule la mesure qualitative est recommandée. On considère qu'un volume gastrique est à risque d'inhalation s'il est supérieur à 1,25 ml kg⁻¹ chez l'enfant.

A l'instar de l'adulte, un algorithme clinique est proposé afin de chercher une alternative pertinente à la méthode qualitative seule. Il combine une évaluation qualitative au calcul du volume de liquide gastrique après mesure de la surface antrale.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la performance diagnostique de l'évaluation échographique qualitative dans la détection d'un volume gastrique à risque.

Matériels et méthodes

Dans cette étude monocentrique, prospective, randomisée, en aveugle, nous avons inclus des enfants volontaires sains âgés de 1 à 10 ans. L'échographie de l'antrum gastrique était réalisée après ingestion d'un liquide clair dont le volume variait de 0 à 2 ml.kg⁻¹ selon la randomisation. L'évaluation qualitative était pratiquée en décubitus dorsal avec proclive à 45° puis en décubitus latéral droit. Les mesures de l'aire antrale pour le calcul du volume gastrique étaient réalisées en décubitus latéral droit.

Résultats

Quatre-vingt-dix sujets ont été inclus entre janvier et avril 2024. L'évaluation qualitative en décubitus présentait une sensibilité de 75% (IC95% 58-88) et une spécificité de 85% (IC95% 73-93). Concernant la performance diagnostique de l'algorithme clinique, la sensibilité était de 86% (IC95% 71-95), et la spécificité était de 78% (IC95% 64-88).

Conclusion

La performance diagnostique de l'évaluation de l'antrum gastrique par l'échographie gastrique semble insuffisante pour être interprétée de manière uniquement qualitative, pour la détection d'un volume liquide à risque, en anesthésie pédiatrique.

Une méthode mixte qualitative et quantitative pourrait être une méthode plus performante.

Mots clés :

Anesthésie pédiatrique, Antrum gastrique, Echographie gastrique, Estomac plein, Evaluation pré-anesthésique, Inhalation gastrique, Jeûne préopératoire

Jury :

Président du jury : Professeur LAFFON Marc

Membres du jury : Docteur BRETEAU Isaure

Docteur GARREAU Thomas

Docteur MICHAUD Valentin

Directeur de thèse : Professeur BOUVET Lionel