



# Imagerie anténatale, corrélation et devenir post-natal des fœtus porteurs d'une dilatation digestive au niveau jéjuno - iléale :

À propos d'une série rétrospective de 5 cas au CHU HASSAN II de FES

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur YACOUBI KHEBIZA SARA

Née le 08/07/1993 à FES

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

OPTION : GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE

SOUS LA DIRECTION DE : PROFESSEUR HEKMAT CHAARA

*HeKmat Chaara*

Session Septembre 2024

MELHOUF MOULAY ABDELLAH  
Chef Service  
Gynéco-obstétrique et Reproduction  
Mumaine  
CHU Hassan II - FES

*REMERCIEMENTS*

*A NOTRE CHER MAÎTRE*

*MONSIEUR LE PROFESSEUR MOULAY A. MELHOUF*

*Professeur de l'Enseignement Supérieur de Gynécologie-Obstétrique*

*CHU Hassan II – Fès*

*Nous vous remercions vivement pour la rigueur que vous nous avez transmise, pour nous forger en qualité de chirurgien que nous deviendrons. Vous êtes pour nous un modèle à suivre. La bienvenue et la simplicité par laquelle vous nous avez accueilli dans votre service ne nous laisse pas indifférent envers vous.*

*Nous avons eu la chance et le privilège de travailler sous votre direction, de profiter de votre culture scientifique, vos compétences professionnelles incontestables ainsi que vos qualités humaines qui vous valent l'admiration et le respect.*

*Puissent des générations et des générations avoir la chance de profiter de votre savoir qui n'a d'égal que votre sagesse et votre bonté.*

*A NOTRE MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE MÉMOIRE*

*Madame le Professeur H CHAARA*

*Professeur de l'Enseignement Supérieur de Gynécologie-Obstétrique*

*CHU Hassan II – Fès*

*Vous m'avez honoré par votre confiance en me confiant cet excellent sujet de travail*

*Votre bonté, votre modestie, votre compréhension, ainsi que vos qualités professionnelles ne peuvent que susciter notre grand estime et profond respect.*

*Nous avons eu le privilège de travailler sous votre direction et avons trouvé auprès de vous le guide et la conseillère qui nous a reçu en toutes circonstances avec sympathie, sourire et bienveillance.*

*Votre probité au travail et votre dynamisme, votre sens de responsabilité nous ont toujours impressionnés et sont pour nous un idéal à atteindre.*

*Veillez, Chère Maître, trouver dans ce modeste travail l'expression de notre haute considération et notre profond respect pour avoir guidé les premiers pas de ma carrière.*

*Madame le Professeur FZ. FDILI ALAOUI*

*Professeur de l'Enseignement Supérieur de Gynécologie-Obstétrique*

*CHU Hassan II – Fès*

*Vos hautes vertus morales qui n'ont d'égales que votre compétence, votre érudité et votre dévouement professionnel nous ont toujours rempli d'admiration et de vénération pour votre personnalité. Ainsi que ce travail soit pour nous l'occasion de vous exprimer notre gratitude et notre haute considération.*

*Madame le Professeur S JAYI*

*Professeur de l'Enseignement Supérieur de Gynécologie-Obstétrique*

*CHU Hassan II – Fès*

*Les mots ne suffisent certainement pas pour exprimer le grand honneur et l'immense plaisir que j'ai eu à travailler sous votre direction pour vous témoigner ma profonde reconnaissance pour tout ce que vous m'avez appris, pour le précieux temps que vous nous consacrer quotidiennement. J'ai toujours admiré votre rigueur scientifique, votre dynamisme et votre disponibilité. Je garderai toujours en mémoire votre gentillesse et votre modestie*

*A NOTRE CHER MAITRE  
MONSIEUR LE PROFESSEUR A. BANANI*

*Professeur de l'Enseignement Supérieur de Gynécologie-Obstétrique  
CHU Hassan II – Fès*

*Nous admirons votre compétence et votre extrême amabilité.  
Vos conseils et votre dynamisme nous ont servi de beaucoup pour pouvoir  
toujours aller de l'avant.  
Permettez-nous de vous exprimer notre gratitude et nos remerciements  
les plus sincères.*

## *A TOUS NOS MAITRES*

*Merci pour tout ce que vous nous avez transmis. Vos conseils et vos remarques nous ont servi tout au long de notre formation. Qu'il nous soit permis de vous rendre hommage et de vous formuler notre profonde gratitude.*

## *A TOUS LES RESIDENTS ET PERSONNEL DU SERVICE DE GYNECOLOGIE- OBSTETRIQUE II*

*- CHU Hassan II de Fès-*

*Nous vous sommes très reconnaissants de l'aide apportée tout au long de ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de nos sentiments les plus distingués.*

## Table des matières

\_Toc176431365

Liste des Abréviations .....	4
INTRODUCTION : .....	6
Première partie : les obstacles digestifs anténataux Jéjuno iléales, revue de la littérature.....	7
A. Aspect normal et pathologique l'intestin en échographie anténatale .....	7
1. Aspect normal de l'intestin fœtal en fonction de l'âge gestationnel.....	7
2. Définition d'une dilatation intestinale.....	13
3. Aspect sémiologique d'un obstacle jéjunal et/ou iléal .....	16
4. Cas particuliers : Volvulus du grêle, malrotation, apple-peel syndrome, laparoschisis compliqué de dilatation digestive, persistance du cloaque.....	18
B. Apport de L'IRM, place par rapport à l'échographie.....	26
1. Intérêt de l'IRM fœtale dans le cadre de la pathologie digestive .....	26
2. Age de réalisation de l'IRM fœtale .....	27
3. Techniques d'IRM chez le fœtus .....	27
4. Séquences utilisées en imagerie digestive fœtale :.....	28
5. Aspect normal du tube digestif en IRM.....	29
6. Aspect sémiologique d'un obstacle jéjunal ou iléal en IRM.....	32
6.1. Aspects en fonction du niveau d'obstruction :.....	32
6.2. Complications visibles en IRM : .....	34
6.3. Evaluation de la longueur du grêle fonctionnel restant :.....	35
7. Cas particuliers, aspects IRM : volvulus, malrotation et Apple-peel, laparoschisis, cloaque. ....	40
7.1. Volvulus du grêle .....	40
7.2. Laparoschisis compliqué de dilatation digestive.....	42
7.3. Dysgénésie cloacale : .....	44
C. Management périnatal des obstacles digestifs du grêle.....	45
1. Principe général.....	45
2. Prise en charge d'une occlusion jéjunale et/ou iléale. ....	46
2 <sup>eme</sup> partie : Etude rétrospective : Imagerie anténatale, corrélation et devenir post-natal des fœtus porteurs d'une dilatation digestive au niveau jéjuno - iléale .....	52

<b>A. Introduction</b> .....	<b>52</b>
<b>B. Objectifs</b> .....	<b>52</b>
<b>C. Matériels et méthode</b> .....	<b>53</b>
1. Type d'étude .....	53
2. Critères d'inclusion et d'exclusion .....	53
3. Recueil de données.....	54
4. Modalités techniques .....	54
5. Paramètres recueillis.....	54
6. Description et définition des paramètres :.....	55
<b>D. Observations</b> .....	<b>58</b>
<b>E. Résultats de notre étude</b> .....	<b>77</b>
1. Objectif principal : Comparaison des diagnostics anté- et postnataux. ....	77
2. Objectif secondaire : quelle mortalité et morbidité néonatale ? .....	78
<b>F. Discussion de l'étude</b> .....	<b>78</b>
1. Confrontation des diagnostics anté- et postnataux de notre série aux données de la littérature .....	78
2. Morbi-mortalité néonatale de notre série .....	79
3. Limites liées au schéma de l'étude : .....	80
<b>CONCLUSION</b> :.....	<b>81</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>82</b>
<b>REFERENCES</b> .....	<b>84</b>

## Liste des Abréviations

- AG : Age gestationnel
- AMS : Artère Mésentérique Supérieure
- CPDPN : Centre Pluridisciplinaire de Diagnostic Prénatal
- GE : General Electrics, entreprise américaine produisant des équipements d'imagerie
- HASTE : Acronyme du constructeur SIEMENS donné à sa séquence de Spin Echo rapide. IP : Index de Pulsatilité
- IR : Index de Résistance
- IMG : Interruption Médicale de Grossesse
- IRM : Imagerie par Résonance Magnétique
- MAR : Malformation AnoRectale
- NA : Non Applicable
- Nb : Nombre NR : Non Réalisé
- OMIM : Online Mendelian Inheritance in Man (omim.org), base de données américaine des syndrome géniques, microdéletionnels et chromosomiques dans l'espèce humaine.
- SA : Semaines d'Aménorrhée
- T1,T2,T3 : 1er, 2e , 3e trimestre de grossesse.
- T1 (IRM) : temps au bout duquel l'aimantation longitudinale a retrouvé 63% de sa valeur initiale. Sert à décrire la pondération de l'image et du contraste tissulaire.
- T2 (IRM) : temps au bout duquel l'aimantation transversable a perdu 63% par rapport à sa valeur lors de la bascule de l'aimantation. Sert à décrire la

Imagerie anténatale, corrélation et devenir post-natal des fœtus porteurs d'une dilatation digestive au niveau jéjuno - iléale :

---

pondération de l'image et du contraste tissulaire.

TRUEFISP : Acronyme du constructeur SIEMENS donné à sa séquence d'Echo de Gradient en état d'équilibre.

## INTRODUCTION :

La pathologie digestive obstructive jéjuno iléale est relativement peu étudiée en anténatal par rapport à l'atrésie de l'œsophage et du duodénum et ceci du fait de sa rareté.

En effet , elle constitue une faible part avec une incidence de 1 pour 5000 cas. Elle peut être

suspectée et diagnostiquée écho graphiquement à la fin du deuxième et troisième trimestre. La concertation obstétrico-chirurgicale constitue ici la clé du succès . Sa prise en charge est chirurgicale et est généralement de mauvais pronostic si il y'a des sténoses étagées. L'objectif principal de notre étude est d'évaluer la pertinence des diagnostics portés sur les dilatations digestives iléo jéjunales vues en période anténatale, en corrélant ces données aux diagnostics portés en postnatal. Les objectifs secondaires sont d'observer la morbidité et la mortalité néonatale de ces enfants.

Nous consacrerons notre premier chapitre à la revue de la littérature et iconographique de la sémiologie échographique et en résonance magnétique des dilatations digestives iléo jéjunales, suivie d'une brève mise au point sur la prise en charge néonatale chirurgicale.

Dans un deuxième chapitre, nous aborderons notre étude monocentrique descriptive de 5 cas, ou nous allons présenter les observations de nos 5 patientes

Notre objectif principal a été d'apprécier la pertinence diagnostic en anténatal en comparant au diagnostic final post natal. Secondairement, nous avons examiné le devenir et la prise en charge de ces enfants jusqu'à 6 mois de vie.

## **Première partie : les obstacles digestifs anténataux Jéjuno iléales, revue de la littérature.**

L'échographie de dépistage du 3<sup>e</sup> trimestre, plus rarement celle du 2<sup>e</sup> trimestre, conduit parfois à découvrir une pathologie intestinale obstructive, dont le maître signe est la dilatation d'une anse. En effet, plus le fœtus se rapproche du terme, plus la quantité de liquide amniotique dégluti augmente et plus le péristaltisme intestinal est actif. Le tube digestif acquiert également progressivement ses fonctions de réabsorption et de sécrétion, ce qui aboutit à la formation du méconium.

Dans cette 1<sup>ère</sup> partie nous nous attacherons à récapituler la diversité de la pathologie intestinale obstructive. Nous aborderons la problématique du diagnostic in utero, et nous traiterons de la prise en charge néonatale.

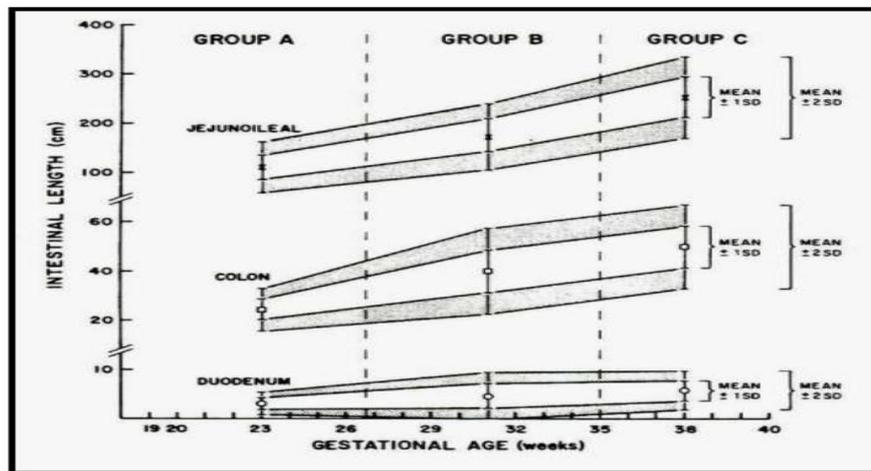
### **A. Aspect normal et pathologique l'intestin en échographie anténatale**

L'échographie de dépistage est naturellement le mode d'entrée et l'examen de première intention, complémentaire de l'IRM qui sera traitée par la suite. La précision du diagnostic passe par l'exploitation maximale de chacune des deux techniques.

#### **1. Aspect normal de l'intestin fœtal en fonction de l'âge gestationnel**

Touloukian a publié le premier en 1983, à partir d'une série foetopathologique, une abaque de la longueur normale de l'intestin fœtal en fonction de l'âge gestationnel (1) :

Imagerie anténatale, corrélation et devenir post-natal des fœtus porteurs d'une dilatation digestive au niveau jéjuno - iléale :



**Table 2. Intestinal Length in Preterm Infants**

Group	Gestational Age (weeks)	Overall* Intest Length (cm)	Duod* (cm) (% of Overall Length)	Jejunum* Ileum (cm) (% of Overall Length)	Colon* (cm) (% of Overall Length)
A (n = 11)	19-27	142 ±* 22	3.8 ± 1.0 (2.7)	114.8 ±* 21 (80.8)	23.4 ±* 4 (16.5)
B (n = 13)	27-35	217 ±* 24	5.3 ± 1.9 (2.4)	172.1 ±* 29 (79.3)	40.9 ± 8 (18.8)
C (n = 6)	>35	304 ±* 44	6.5 ± 1.9 (2.1)	248.0 ±* 40 (81.6)	49.1 ±* 6 (16.2)

\*p < 0.05 + mean ± SD

Figure 1 : mesure de la longueur de l'intestin en fonction de l'âge gestationnel (en semaines d'aménorrhées) selon Touloukian, J Pediatr Surg(1).

On retient que le duodénum mesure moins de 10cm de long, quel que soit l'âge gestationnel.

On peut retenir comme valeurs normales pour le jéjuno-iléon, qui constitue environ 80% de la longueur du tube digestif, en fonction de l'âge gestationnel en semaines d'aménorrhée (SA) :

- avant 27SA : 115 cm
- de 27 à 35 SA : 172cm
- après 35 SA : 248 cm

Le grêle jéjuno-iléal peut être divisé de façon anatomique en 2 parties : une partie « proximale » située dans les 50 premiers centimètres dès l'angle de Treitz, et

Imagerie anténatale, corrélation et devenir post-natal des fœtus porteurs d'une dilatation digestive au niveau jéjuno - iléale :

une partie « distale » au-delà. Cette distinction aura son importance par la suite, notamment dans la détermination du niveau d'obstacle.

Le colon quant à lui mesure moins de 60cm, quel que soit l'âge gestationnel.

Au premier trimestre en échographie, jusqu'à 12 SA, il existe une hernie physiologique du cordon (2). Ce processus correspond sur le plan embryologique au développement du mésentère à la base du cordon : le mésentère effectue une rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre de 270°C avant d'être entièrement réintégré dans la cavité abdominale (3). Pour la plupart des auteurs, en pratique clinique, un défaut de la cavité abdominale ne doit pas être affirmé avant 12SA (4, 5).

Parulekar a par la suite en 1991, continué à étudier, au-delà du 1er trimestre, la visibilité de l'intestin fœtal en échographie, ainsi que le diamètre de la lumière de l'intestin grêle et du colon en fonction de l'âge gestationnel (6):

**Table 1:** Detection Rate, Lumen Diameter, and Length of Contiguous Bowel Segment

Gestational Age, weeks	Number of Fetuses	Percentage of Fetuses with Visible Lumen Small Bowel/Colon		Small Bowel Lumen Size*		Colon Lumen Size*		Average Length*	
				Average	Largest	Average	Largest	Small Bowel	Colon
>40	9	100	100	4.4	6	18.7	28	11.3	63
35-40	44	100	100	3.7	8	16.8	26	11	70
30-35	36	100	100	2.9	6	11.4	16	9.8	55
25-30	44	100	100	1.8	3	8	13	7.9	37
20-25	44	100	89	1.4	2	4.4	6	4.5	19
15-20	34	88	24	1.2	2	3.6	5	4.5	9.8
10-15	32	44	6	1.0	1	1.5	2	2.4	10

\* All measurements are in millimeters. The average lumen diameter and length of bowel segment are average maximum measurements. Gestational ages are menstrual ages.

*Figure 2 : identification du grêle et du colon en échographie en fonction de l'âge gestationnel, et mesures du diamètre de leurs lumières respectives. Parulekar et al, J Ultrasound Med (6).*

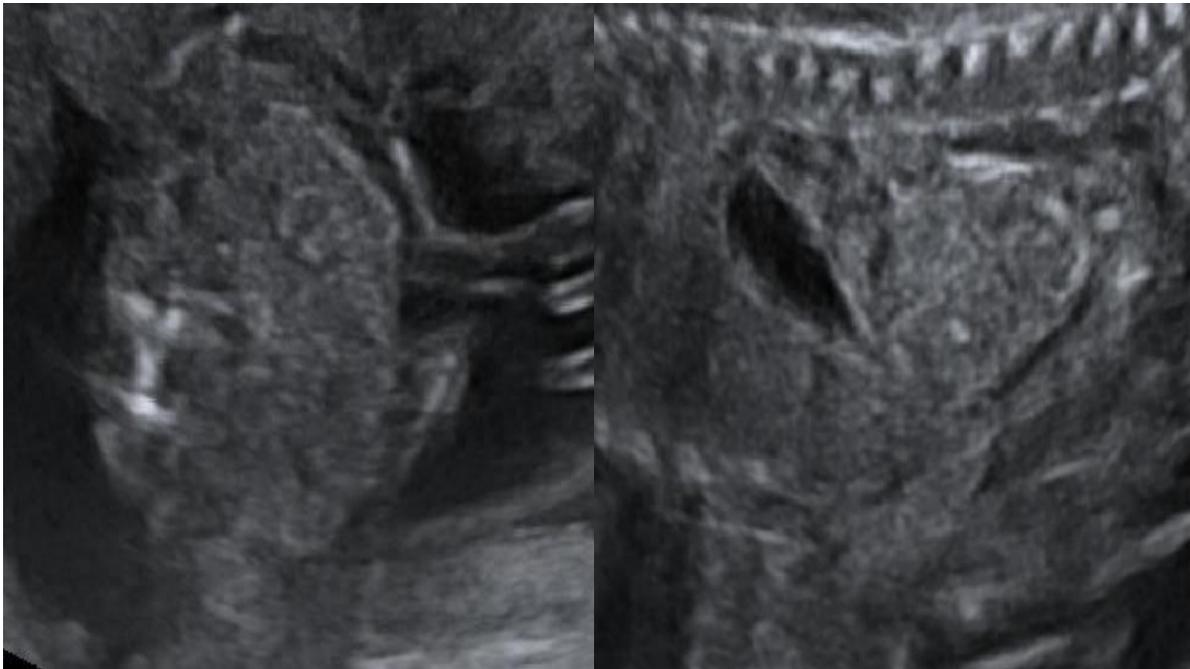
On remarque que l'intestin grêle est vu dans 100% des cas au 2<sup>e</sup> trimestre, les anses grêles alors les mieux visibles ont une position centrale dans la cavité abdominale.

Au 3<sup>e</sup> trimestre, d'autres anses grêles deviennent mieux visibles en fosse iliaque gauche, et le cadre colique est quant à lui, identifié dans 100% des cas.

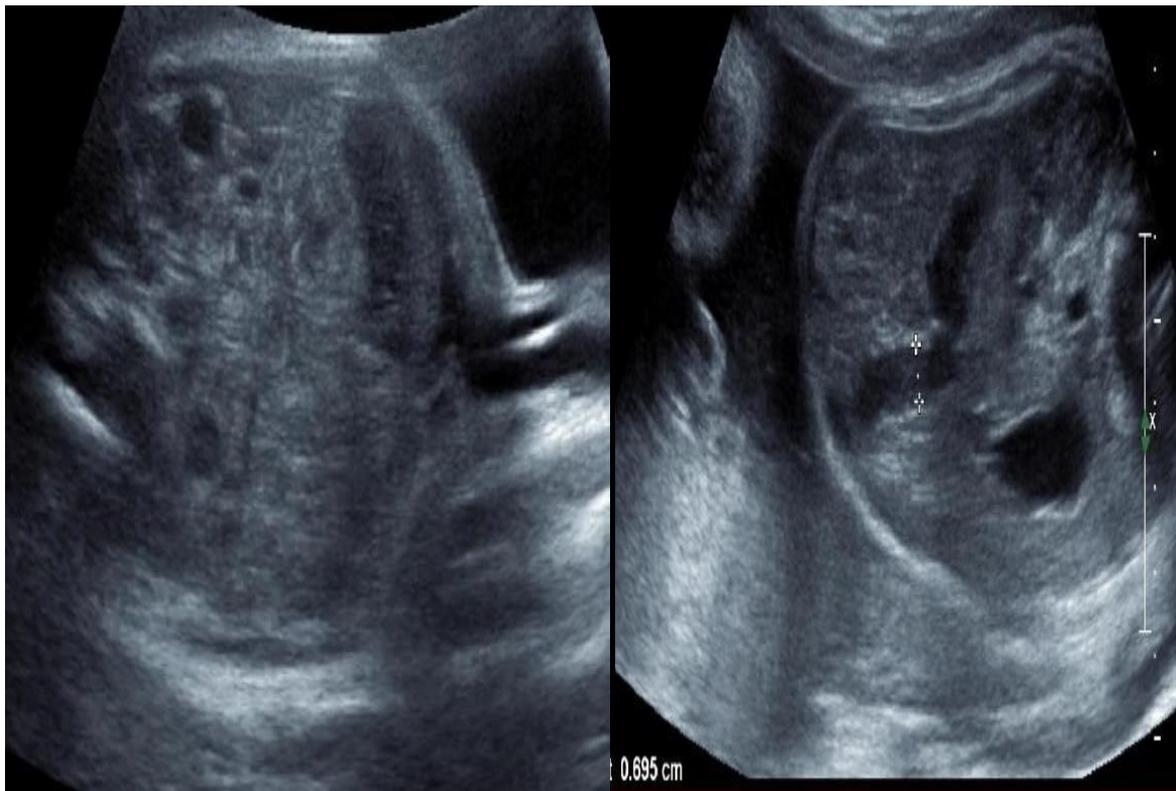
L'intestin fœtal apparaît discrètement plus échogène et moins lisse que le foie.

Le méconium apparaît normalement hypoéchogène et moule le cadre colique au 3<sup>e</sup> trimestre (7).

Le diamètre de la lumière de l'intestin grêle dépasse rarement 6mm, et celui du colon rarement 13mm. Le péristaltisme peut être vu avec une sonde de haute fréquence et augmente avec l'âge gestationnel.



*Figure 3 : anses grêles normales en échographie vers 22SA. A gauche : coupe axiale transverse située sous la coupe de mesure du périmètre abdominal. A droite : coupe parasagittale avec anses grêles situées sous l'estomac.*



*Figure 4 : à gauche : coupe axiale transverse située sous la coupe de mesure du périmètre abdominal, montrant l'aspect normal du grêle vers 32SA. A droite : Coupe coronale oblique montrant le colon transverse d'aspect normal vers 32SA, avec une lumière normale de 7mm.*

Concernant l'anus, Moon et al ont en 2010 (8) étudié la visibilité du sphincter anal en échographie anténatale. Sur 631 fœtus avec examen néonatal normal, l'anus a pu être progressivement identifié de façon croissante avec l'âge gestationnel : la sensibilité de l'échographie atteignait un plateau compris entre 90 et 100% dès 23SA, et ce jusqu'à 34SA. Deux coupes de références ont été retenues :

-une coupe axiale transverse permettant la visualisation du sphincter anal sous la forme d'une image hypoéchogène circulaire



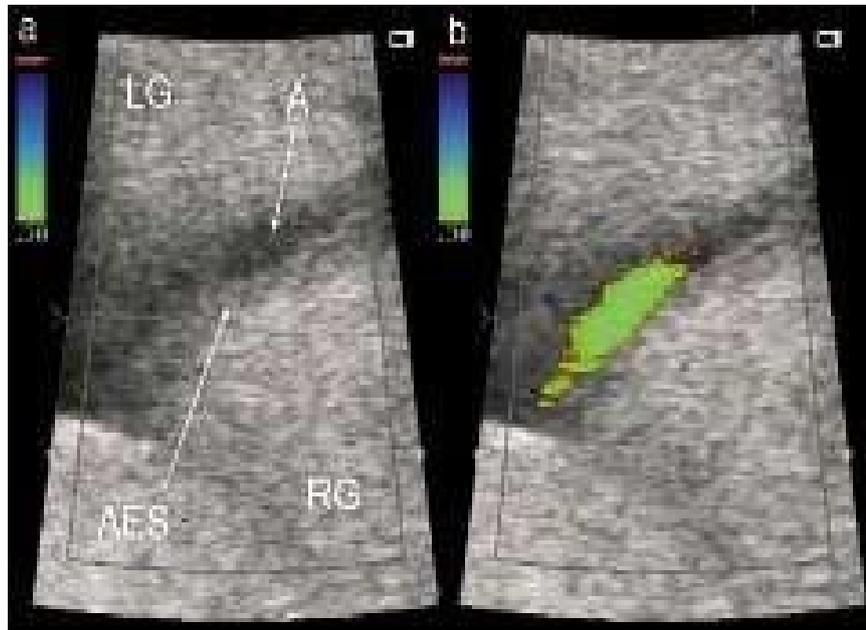
*Figure 5 : aspect normal du sphincter anal, sur la coupe axiale transverse de référence qui peut être réalisée en même temps que la détermination du sexe fœtal, d'après Moon et al, Ultrasound in Obs and Gyn (8).*

-une coupe longitudinale montrant le sphincter sous la forme d'une image hypoéchogène tubulaire, la lumière du tube étant représentée par une ligne hyperéchogène.



*Figure 6 : aspect normal du sphincter anal, sur la coupe longitudinale de référence d'après Moon et al, Ultrasound in Obs and Gyn (8).*

Il existe par ailleurs un rapport de cas échographique, dont chacun se fera son opinion, décrivant une défécation fœtale à 32SA sans contexte pathologique identifié anténatal, perpartum et postpartum (9).



*Figure 7 : (a) Image échographique à 33SA montrant l'anus (A) et les fessiers gauche (LG) et droit (RG) avant défécation. AES : anal external sphincter. (b) Même plan de coupe, durant la défécation, visible en Doppler couleur. D'après le rapport de cas de Lopez Ramon y Cajal et al, Ultrasound in Obs and Gyn (9).*

## 2. Définition d'une dilatation intestinale

Compte tenu des valeurs normales du diamètre de la lumière du tube digestif en fonction de l'âge gestationnel, une dilatation intestinale est généralement admise lorsqu'une lumière intestinale présente un diamètre **maximal >7mm à 22SA et >13mm à 32SA**, ce qui peut être un signe d'occlusion intestinale (6, 10).

La localisation, l'échogénicité et le terme de découverte de la dilatation digestive permettront de déterminer s'il s'agit d'anses grêles ou d'anses coliques.

Compte tenu de la progression du méconium, une dilatation intestinale colique est rarement découverte avant le 3<sup>e</sup> trimestre par exemple.



*Figure 8 : Dilatation intestinale, probablement grêlique à 24SA. On note la présence d'anses grêles non dilatées également.*



*Figure 9 : Coupe axiale transverse. Dilatation intestinale grêlique à 34SA, vue en fosse iliaque gauche.*



*Figure 10 : Coupe coronale oblique. Dilatation du colon gauche, à 34SA, sans dilatation grêlique.*



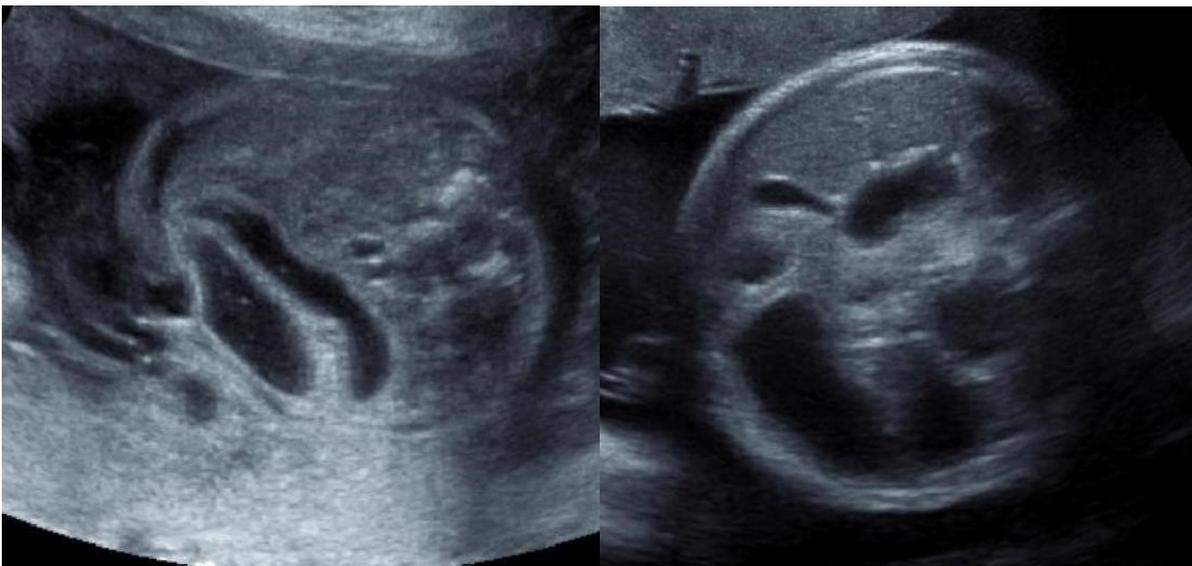
*Figure 11 : Coupe para sagittale. Dilatation du rectum au 3e trimestre, à 34SA.*

### 3. Aspect sémiologique d'un obstacle jéjunal et/ou iléal

#### ❖ Signes directs :

La dilatation digestive, le plus souvent centrale au 2<sup>e</sup> trimestre, en situation plus variable au 3<sup>e</sup> trimestre et de contenu liquidien, anéchogène.

Il est difficile au 2<sup>e</sup> trimestre de différencier grêle et colon, néanmoins compte tenu de la progression du méconium, une dilatation digestive découverte au 2<sup>e</sup> trimestre est habituellement considérée comme une dilatation grêlique jusqu'à preuve du contraire. Au 3<sup>e</sup> trimestre, l'identification formelle du cadre colique est possible et permet d'affirmer le siège grêlique de la dilatation.



*Figure 13 : Coupes axiales transverses. Dilatation grêlique, à gauche à 21SA et à droite à 34SA, chez 2 fœtus différents.*

#### ❖ Signes indirects :

L'hydramnios, qui est présent dans environ la moitié des cas, c'est-à-dire plutôt moins fréquent que dans le cas d'un obstacle duodénal (11).

La dilatation d'amont de l'estomac est en fonction du niveau d'obstacle. Plus il est bas situé, moins l'estomac sera dilaté.

Les signes tardifs de complications, secondaires à la souffrance pariétale du segment digestif dilaté peuvent être l'épaississement et l'hyperéchogénicité de la paroi des anses, une ascite parfois, secondaire à une perforation, pouvant être plus ou moins échogène.

A distance, cette ascite peut s'organiser et se calcifier en masse individualisable, le pseudokyste méconial, ou en calcifications séquellaires du péritoine (16).

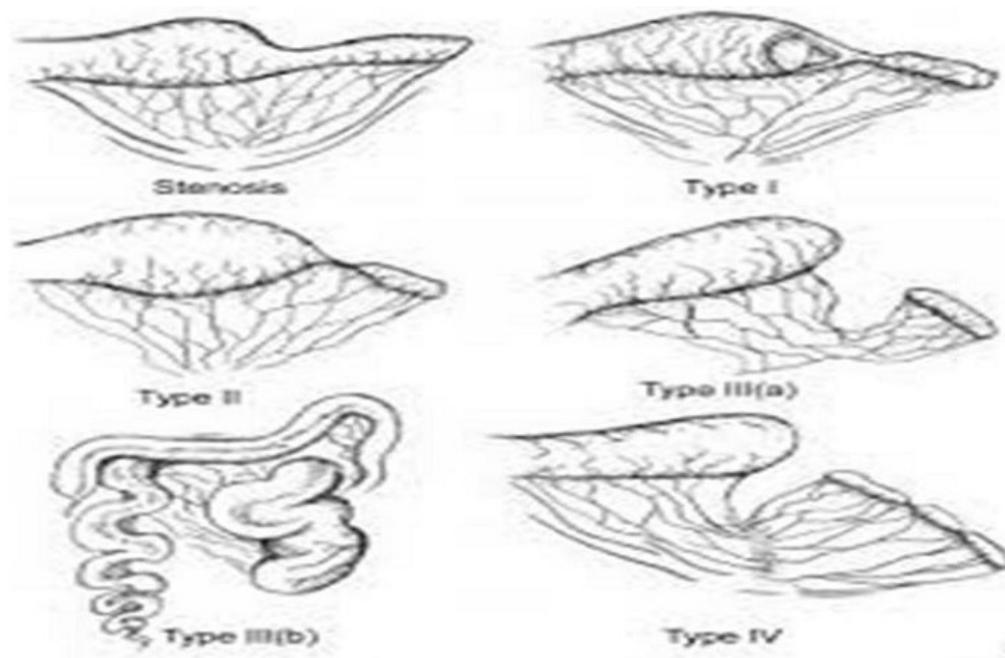
La détermination du niveau d'obstruction, proximal (<50cm dès l'angle de Treitz) ou distal (de 50cm à partir du Treitz jusqu'à la valvule iléo-caecale, soit schématiquement environ 2 mètres d'anses), reste difficile en échographie et relève de l'IRM.

L'étiologie principale d'un obstacle du grêle est une atrésie du grêle : la prévalence est grossièrement similaire à l'atrésie duodénale (entre 0,54 et 1,11 pour 10 000 naissances) (17). Le mécanisme est supposé être d'origine vasculaire durant l'embryogenèse : les expérimentations animales de Luow dans le Lancet dans les années 1950 et le fait que les atrésies jéjuno-iléales soient le plus souvent non syndromiques plaident en faveur d'une anomalie vasculaire touchant le mésentère survenant à un stade avancé de l'embryogenèse(18, 19). Rarement, il existe des atrésies multiples étagées, dont le diagnostic échographique et IRM est difficile.

La sensibilité de l'échographie de dépistage avec comme signes évocateurs une dilatation digestive et/ou un hydramnios pour la détection d'atrésies jéjunales ou iléales est variable dans la littérature : une récente méta-analyse rapporte une valeur

prédictive positive de 50% (38-63%, 95%CI), comprenant pour l'atrésie jéjunale 66% (33,9-91,8%, 95% CI) et pour l'atrésie iléale 25,9% (4,0 - 58,0, 95% CI) (20).

L'atrésie du grêle peut être classée en quatre types: I atrésie en continuité, II atrésie avec interruption de continuité, III (a,b) atrésie en tire bouchon, IV atrésie multiple



La classification des atrésies intestinales

**4. Cas particuliers : Volvulus du grêle, malrotation, apple-peel syndrome, laparoschisis compliqué de dilatation digestive, persistance du cloaque.**

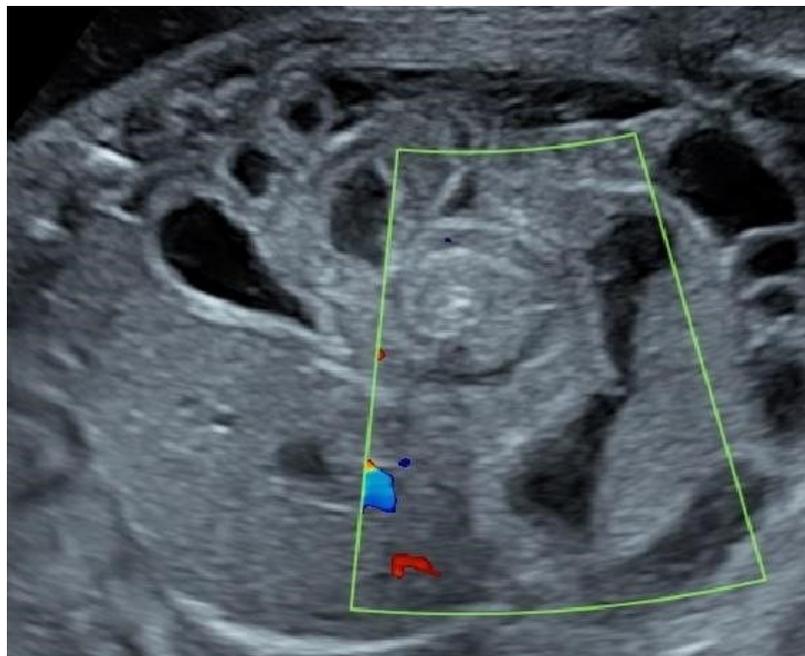
❖ **Volvulus du grêle anténatal**

Un volvulus est défini par un enroulement du tube digestif autour de son pédicule vasculaire, la racine du mésentère (19).

❖ **Signes directs :**

la visualisation de la spire de torsion « en escargot », souvent dans un plan axial ou coronal, en position centrale dans l'abdomen, s'apparente au signe « du tourbillon » ou « whirlpool » sign (31, 32) connu des imageurs de l'enfant.

La sensibilité et la spécificité de ce signe en anténatal n'est pas évaluée sur de grandes séries à notre connaissance. (En revanche en postnatal, il existe une série prospective de 31 cas validant la bonne sensibilité et spécificité du signe du tourbillon pour le diagnostic positif de volvulus (33).)



*Figure 18 : Coupe coronale. Whirlpool sign, à 31SA.*

❖ **Signes indirects :**

Les complications sont les mêmes que pour les obstacles du grêle décrits précédemment: ascite, péritonite méconiale, pseudokyste méconial.

Le signe de l'inversion des vaisseaux mésentériques, connu en postnatal, ne peut être que suspecté mais non affirmé en échographie anténatale (29). En effet, en

anténatal le signal des vaisseaux mésentériques n'est pas toujours décelable avec la technologie actuelle dans un contexte de spire de torsion des anses digestives(31).

En anténatal en particulier, le volvulus du grêle est souvent associé à une ou des atrésies sous jacentes et/ou à une mal rotation du mésentère, sans que l'on soit capable de déterminer à l'heure actuelle la genèse des évènements qui survient le premier. D'autant qu'au moment de la chirurgie post natale, il existe souvent une nécrose des anses volvulées, rendant le diagnostic anatomopathologique sous-jacent impossible (34).

Une autre association, rare, dans le cadre d'un volvulus du grêle est l'iléus méconial, auquel cas l'association avec une mucoviscidose est fréquente (35). L'iléus méconial correspond à une absence de progression du méconium du fait de son caractère épais, adhésif, adhérent aux parois du tube digestif. Il s'agit de la manifestation la plus précoce de la mucoviscidose, elle affecte jusqu'à 20% des foetus et nouveau-nés atteints de mucoviscidose (36).

Il n'y a pas de signe échographique spécifiquement décrit pour un volvulus secondaire à une malrotation ou une atrésie, ou un iléus méconial. Le tableau échographique est celui de la présentation classique de volvulus du grêle.

❖ **Malrotation et apple-peel syndrome :**

On rappelle que le syndrome d'Apple-peel (« pelure de pomme ») est une forme rare d'atrésie du grêle, liée à l'occlusion de l'artère mésentérique supérieure et se présentant sous la forme d'une atrésie proximale avec le segment distal enroulé autour d'un vaisseau unique en queue de cochon(37).

Le mécanisme reste à ce jour mal connu et la présentation en imagerie est variable et trompeuse (29, 38). En anténatal, l'obstacle proximal fera évoquer une atrésie, mais le diagnostic de l'anomalie de la racine du mésentère restera chirurgical. Aucun diagnostic anténatal direct de syndrome d'Apple peel n'est recensé dans la littérature à notre connaissance.

Comme décrit précédemment, aucun signe échographique ne permet d'affirmer ou d'infirmer une anomalie de la rotation du mésentère.

❖ **Laparoschisis compliqué de dilatation digestive, intra ou extra-abdominale.**

Les occlusions digestives sur laparoschisis méritent d'être individualisées.

On rappelle que le laparoschisis est une anomalie de fermeture de la paroi abdominale avec un défaut latéralisé à droite du cordon, sans sac entourant les anses digestives. Cette coelosomie antérieure est habituellement isolée(39). Il concerne environ 5 naissances pour 10 000. Le diagnostic positif est habituellement fait lors de l'échographie du 1<sup>er</sup> trimestre, dès 13SA, lorsque la hernie physiologique du cordon se réduit spontanément (4, 5).

La complication principale de cette malformation est l'agression chimique du liquide amniotique au contact direct des anses extra-abdominales. Elle aboutit à une inflammation des anses herniées caractérisée par un œdème pariétal et parfois par l'enveloppement des anses d'un manteau « plastique » nommé péri-viscérite. On craindra toujours un « vanishing midgut », c'est-à-dire une nécrose complète des anses extériorisées, avec fermeture de la paroi abdominale antérieure, échappant au timing des échographies anténatales (40, 41) .

Du fait d'un risque de souffrance voire de mort in utero, la surveillance échographique du laparoschisis est recommandée(42). De nombreux paramètres peuvent être observés, certains plus pertinents que d'autres :

-Les anses extra-abdominales peuvent présenter une paroi épaissie et un aspect dilaté. Ceci n'a pas eu d'incidence décelable sur le pronostic in utero et néonatal dans une récente méta-analyse de d'Antonio et al (43).

-En intra-abdominal en revanche, la même méta-analyse retrouvait une valeur prédictive positive significative de survenue d'atrésie intestinale en cas de dilatation digestive des anses intraabdominales et/ou d'hydramnios. Parfois, cette dilatation peut être due à un collet étroit. Elle retrouvait aussi une association significative entre une dilatation gastrique et la survenue d'un décès néonatal, sans explication directe évidente. L'épaisseur des parois des anses intra-abdominales n'a pas montré de caractère prédictif particulier (44).

-Pour certains auteurs, la survenue d'une hernie de la vessie au cours de la surveillance est un facteur de risque important de mort in utero, car elle favoriserait la thrombose des vaisseaux ombilicaux(45, 46). Cependant cela n'a pas été confirmé sur des séries importantes multicentriques à ce jour, et la méta-analyse de d'Antonio et al ne prenait pas en compte ce critère.

-le péristaltisme intestinal absent peut se voir, il constituait un indice de mauvais pronostic dans une autre étude (47).

-Enfin, l'étude du spectre Doppler de l'artère mésentérique supérieure n'a jusqu'à présent pas montré d'intérêt (48).

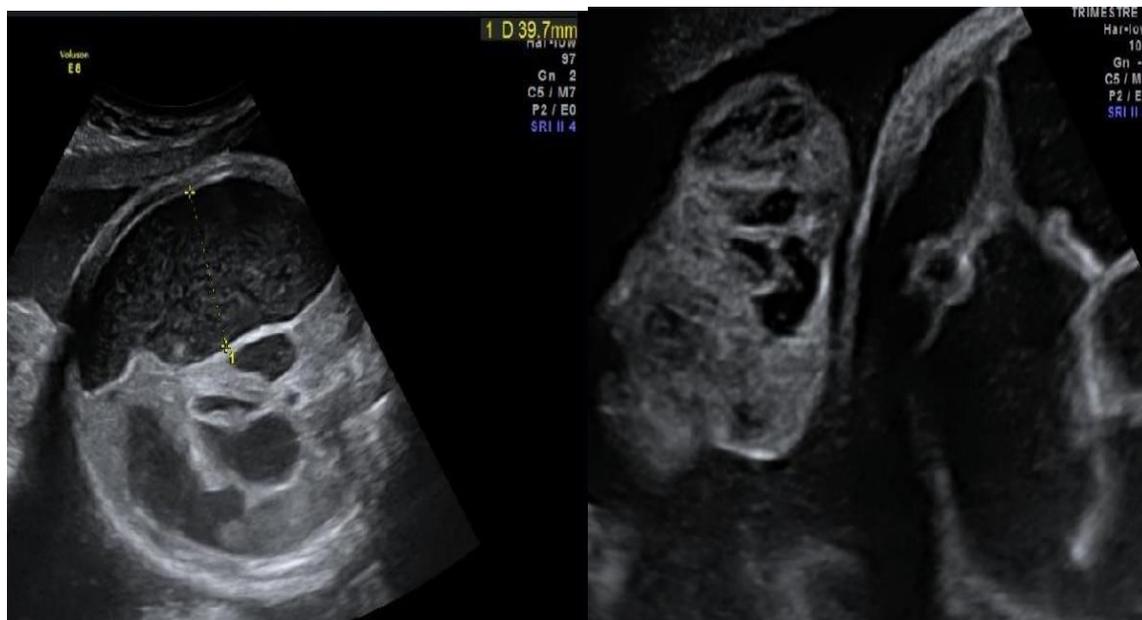
Imagerie anténatale, corrélation et devenir post-natal des fœtus porteurs d'une dilatation digestive au niveau jéjuno - iléale :

---

Dans une série américaine d'une centaine de cas de laparoschisis, une atrésie intestinale, le plus souvent jéjunale ou iléale, est survenue dans environ 20% des cas(49).



*Figure 19 : coupe axiale, 14SA. Diagnostic positif de laparoschisis avec extériorisation des anses intestinales sans sac*



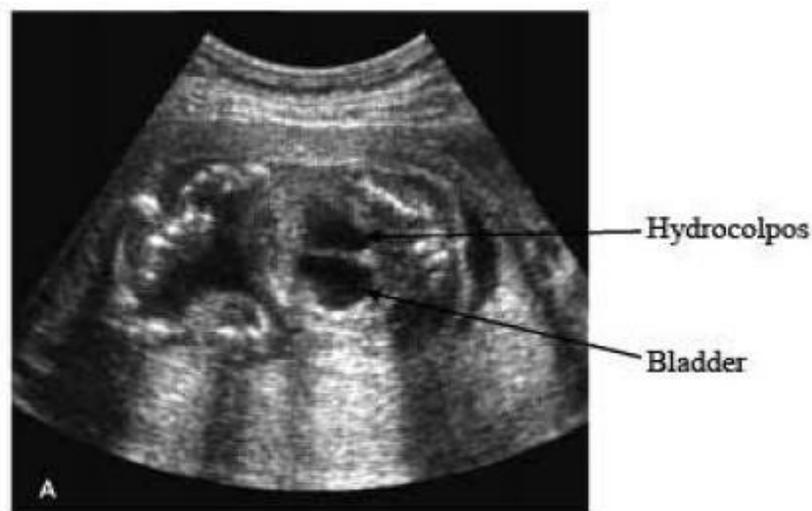
*Figure 20 : même fœtus, en coupe axiale à 35SA. A gauche : dilatation intra abdominale. A droite : dilatation des anses intra-abdominales, et aspect épaissi, agglutiné des anses extraabdominales, sous l'effet de l'agression chimique par le liquide amniotique.*

❖ **Cloaque persistant :**

On rappelle que le cloaque persistant est une anomalie de développement embryonnaire avec l'absence complète de séparation du sinus urogénital et l'anorectum. Il s'agit d'une anomalie rare, avec une incidence d'environ 1 pour 50 000 naissances et qui concerne particulièrement le fœtus de sexe féminin. Le périnée, dont le développement s'est arrêté au stade de cloaque, présente un orifice commun auquel s'abouchent les trois systèmes, urinaire, génital et digestif.

En échographie, la visualisation directe du cloaque est difficile et le diagnostic repose sur un faisceau d'arguments indirects (50, 51) :

- chez un fœtus de sexe féminin
- mégavessie avec dilatation pyélo-urétérale bilatérale
- hydrocolpos, se présentant sous la forme d'une masse kystique pelvienne indépendante de la vessie, pouvant présenter des cloisons et/ou débris échogènes.
- dilatation digestive basse
- oligoamnios
- ascite



*Figure 21 : aspect échographique d'un hydrocolpos et d'une mégavessie, d'après Livingstone et al, J Ultrasound Med (50)*

En pratique, poser un diagnostic de certitude d'un cloaque en échographie est difficile, d'une part du fait de la fréquence de la pathologie, d'autre part du fait de la présentation échographique variable et des nombreux diagnostics différentiels possibles avec les autres étiologies d'images kystiques intra-abdominales. Sur 50 cas de cloaque persistant ayant bénéficié d'échographie anténatale dans la série de Livingstone (50), près de la moitié (27 cas sur 50) présentaient des anomalies échographiques urogénitales et/ou digestives basses, mais le diagnostic échographique de certitude de cloaque n'a pu être posé en prénatal que dans 3 cas sur 50.

❖ **Signes échographiques de souffrance digestive :**

- Augmentation du diamètre des anses
- Raréfaction du péristaltisme
- Apparition de cloisons
- Niveaux liquides ou débris irréguliers traduisant un remaniement nécrotico hémorragique de l'intestin

- Apparition d'une ascite ou des signes de péritonite méconiale

## **B. Apport de L'IRM, place par rapport à l'échographie.**

### **1. Intérêt de l'IRM fœtale dans le cadre de la pathologie digestive**

L'IRM fœtale est particulièrement utile à l'exploration complémentaire des pathologies digestives fœtales. Elle ne se conçoit qu'en seconde intention après une échographie de diagnostic et souvent après discussion en staff de CPDPN.

Les intérêts de l'IRM digestive en complément de l'échographie sont dus à :

- une excellente résolution en contraste en pondération T2 entre les structures liquidiennes et non liquidiennes de la cavité abdominale, voire du thorax
- une excellente résolution en contraste en pondération T1 des structures méconiales au sein de la cavité abdominale
- la combinaison de ses deux caractéristiques permet la différenciation des structures digestives, grêles et coliques, en tenant compte du terme de réalisation de l'examen
- une vue d'ensemble de la cavité abdominale dans les trois plans de l'espace orthogonaux entre-deux permettant une localisation spatiale précise.

L'intérêt de compléter par une IRM :

- Evaluation de la longueur du grêle fonctionnel restant
- Evaluer le contenu digestif (méconial ou non )
- Faire la part des choses entre obstruction fonctionnel ( mucoviscidose , diarrhée chlorée congénitale ) ou organique .
- IRM permet d'apprécier le caractère complet ou incomplet de l'obstacle .

## **2. Age de réalisation de l'IRM fœtale**

Il est préférable de réaliser l'IRM à partir de 28 SA

## **3. Techniques d'IRM chez le fœtus**

L'utilisation de l'IRM en imagerie fœtale est rendue possible par les séquences ultra-rapides. Il n'y a à ce jour pas d'effets néfastes (tératogène ou affectant le développement de l'audition) démontrés à 1,5 Tesla, au-delà de 20 SA (55). Néanmoins, le principe de précaution dit principe ALARA « As Low As Reasonably Achievable » s'applique et cette imagerie est en principe une imagerie de 2e intention. Certains centres préfèrent recueillir le consentement des parents (56-60).

L'indication communément admise en routine à ce jour est l'exploration du système nerveux central en complément de l'échographie (pour la gyration notamment).

Les indications digestives relèvent pour le moment du cas par cas, mais la technique tend à se démocratiser au fur et à mesure de son évaluation et de l'expérience croissante des imageurs (29).

Techniquement, l'antenne corps doit couvrir toute la région d'intérêt. En général, les patientes sont en décubitus dorsal, mais en cas de syndrome de compression cave, le décubitus latéral gauche peut être réalisé (61).

Le champ de vue (FOV) varie en général de 250 à 350mm, avec une épaisseur de coupes de 3 à 5 mm. Ces coupes seront jointives en imagerie fœtale. Le FOV ne doit pas être trop petit afin de limiter les artéfacts de repliement, du fait de l'environnement maternel important résonnant avec le champ magnétique. L'épaisseur de coupe est un compromis entre résolution anatomique et rapport signal sur bruit.

Compte tenu de la variabilité de la présentation fœtale et des mouvements possibles en cours d'examen, l'obtention de plans orthogonaux demande une certaine courbe d'apprentissage par le manipulateur d'IRM.

#### **4. Séquences utilisées en imagerie digestive fœtale :**

La séquence spin écho rapide (HASTE chez Siemens, SS-FSE chez General Electric) (une seule impulsion à 90° pour plusieurs impulsions de rephasage à 180° et une amplification pour palier à la perte de signal, ce qui permet de remplir l'espace  $k$  de chaque image dans un délai cliniquement acceptable) est devenue la séquence incontournable de l'imagerie notamment T2 en raison de son contraste tissulaire préservé.

On rappelle qu'un signal liquidien (hyperT2, hypoT1) en hyperT2 permet la visualisation du liquide amniotique, remplissant dans des conditions habituelles les voies aériennes supérieures et le tube digestif jusqu'à la formation du méconium. Il permet aussi de voir le liquide cébrospinal par exemple.

La pondération T1 des images est assurée soit par une séquence de spin écho rapide (Turbo SE chez siemens, Fast SE chez GE) (62) , ou par une séquence d'écho de gradient rapide (VIBE chez siemens, FGRE ou LAVA chez GE) (63).

On rappelle qu'un hypersignal T1 avec hyposignal T2 correspond à du sang sous la forme de méthémoglobine ou à un contenu riche en protéines (ou à un flux lent, etc.). En pathologie digestive, cet hypersignal T1 est utilisé pour visualiser le méconium (64).

On peut également utiliser des séquences optionnelles privilégiant la résolution spatiale au détriment du contraste : La séquence d'écho de gradient en précession

équilibrée de spin (Steady State Free Precession) produit une image de haute résolution spatiale, avec un contraste restant acceptable, dépendant du rapport contraste T2 / contraste T1 (Truefisp chez siemens, Fiesta chez GE).

A l'heure actuelle, les autres séquences telles que la diffusion (DWI), le tenseur de diffusion (DTI), l'imagerie de susceptibilité magnétique (SWI) l'inversion-récupération (IR), et les différentes méthodes de perfusion (DCE-MRI, ASL, TOF) ne sont pas au point pour une utilisation fœtale digestive clinique.

En raison de l'absence de données sur son innocuité, l'injection de chélate de gadolinium reste en pratique clinique contre-indiquée. Il s'agit d'une contre-indication relative et les recommandations de l'ESUR (Société Européenne de Radiologie Urologique) (65), du CIRTACI (groupe de travail sur les produits de contraste de la Société Française de Radiologie)(66) et du CRAT (Centre de référence des Agents Tératogènes) (67)vont dans le même sens : la balance bénéfice-risque doit être pesée, et l'injection de chélate de gadolinium doit être évitée autant que possible.

Une étude sur 14 fœtus de macaques mettait en évidence l'élimination rénale du gadolinium et sa présence dans le liquide amniotique(68).

Depuis 2015, on sait que le gadolinium s'accumule également dans les noyaux gris centraux et la signification clinique de ce dépôt cérébral fait actuellement l'objet d'études et de débats (69).

## **5. Aspect normal du tube digestif en IRM**

Sur les séquences IRM, le liquide amniotique sera vu en hypersignal sur des séquences pondérées T2 et hyposignal en T1.

Au cours du développement, le tractus gastro intestinal se remplit progressivement de liquide amniotique. Il s'agit d'un milieu de contraste naturel.

Outre les dimensions du tractus gastro-intestinal du fœtus, la présence et l'abondance de ce milieu de contraste naturel déterminent la description de l'anatomie intestinale.

Aux différents stades du développement et âges gestationnels, son apparition et sa répartition au sein du tractus gastro intestinal fœtal permet de définir les caractéristiques sémiologiques IRM des différentes structures anatomiques (70, 71).

Bien que la déglutition fœtale soit rapportée dès 12SA, des quantités importantes de liquide amniotique ne peuvent pas entrer dans l'intestin fœtal (sauf pour l'estomac) avant 25-26SA.

Ainsi, l'estomac est reconnaissable en position sous diaphragmatique gauche, en hypersignal T2 et hypointense T1, car rempli de liquide amniotique, dès 20SA. Sa réplétion est variable mais constante. La paroi de l'estomac est visible dès 22SA et plus particulièrement au-delà de 30-31SA.

La région du pylore et la partie proximale du duodénum peuvent être également visibles.

A 24-25SA, l'intestin grêle est peu identifiable sous forme de petites structures tubulées ou ovalaires en hypersignal T2 et dont le diamètre n'excède pas 2 à 3mm. A ce stade, la différenciation entre le côlon et le grêle n'est possible que de façon topographique.

A 25-26SA, les boucles intestinales grêliques sont bien identifiables en fosse iliaque gauche, leur paroi est distincte. Contrairement à l'estomac, le contenu liquide

Imagerie anténatale, corrélation et devenir post-natal des fœtus porteurs d'une dilatation digestive au niveau jéjuno - iléale :

---

de l'intestin grêle proximal peut ne pas apparaître en hyposignal T1, mais présenter une intensité de signal similaire au muscle ou même au foie. Ceci peut refléter l'activité sécrétoire de l'extrémité proximale de l'intestin grêle, du foie et du pancréas, produisant les glycoprotéines nécessaires à la formation du méconium. Le signal méconial étant décrit hyper-intense en pondération T1, le tube digestif supérieur peut donc apparaître en iso-signal intermédiaire T1 à ce stade.

Au-delà de 32SA, les segments du jéjunum remplis de liquide en hypersignal pondéré T2 sont constamment trouvés, avec des diamètres allant jusqu'à 7-8 mm, et leur paroi est identifiable. Parfois au-delà de 35-36SA certaines boucles peuvent être plates et non remplies témoignant de la contractilité de cet organe.

En raison de la résorption du liquide dans l'intestin grêle distal, le contenu intestinal iléal montre un signal intermédiaire de faible intensité en séquences T2 et affiche une hyper-intensité en pondération T1, puisqu'il ressemble étroitement au méconium (20-22SA). Ces dernières boucles iléales sont visibles dans le quadrant inférieur droit et différenciées du côlon droit par leur diamètre, qui n'excède pas 3mm en coupe axiale.

**Table 2.** T1 and T2, small bowel: % of recognition and gestational age dependence  
Saguintaah et al,2002

	Weeks of gestation	Jejunum	Ileum	Distal ileum
T2	23≥ w	94.7%	65.7%	18.9%
T1	< 32 w	34.4%	55.1%	58.6%
T1	> 32 w	0	40%	40%

**Figure 23 :** *identification des segments du grêle selon l'âge gestationnel, selon Saguintaah et al, Pediatr Radiol (72)*

On peut d'ores et déjà résumer un apport diagnostique par rapport à l'échographie :

- Localisation des organes digestifs plus précise en raison des plans orthogonaux,
- Identification claire du grêle et du colon en morphologie et en signal,

## **6. Aspect sémiologique d'un obstacle jéjunal ou iléal en IRM**

### **6.1. Aspects en fonction du niveau d'obstruction :**

#### **- La dilatation :**

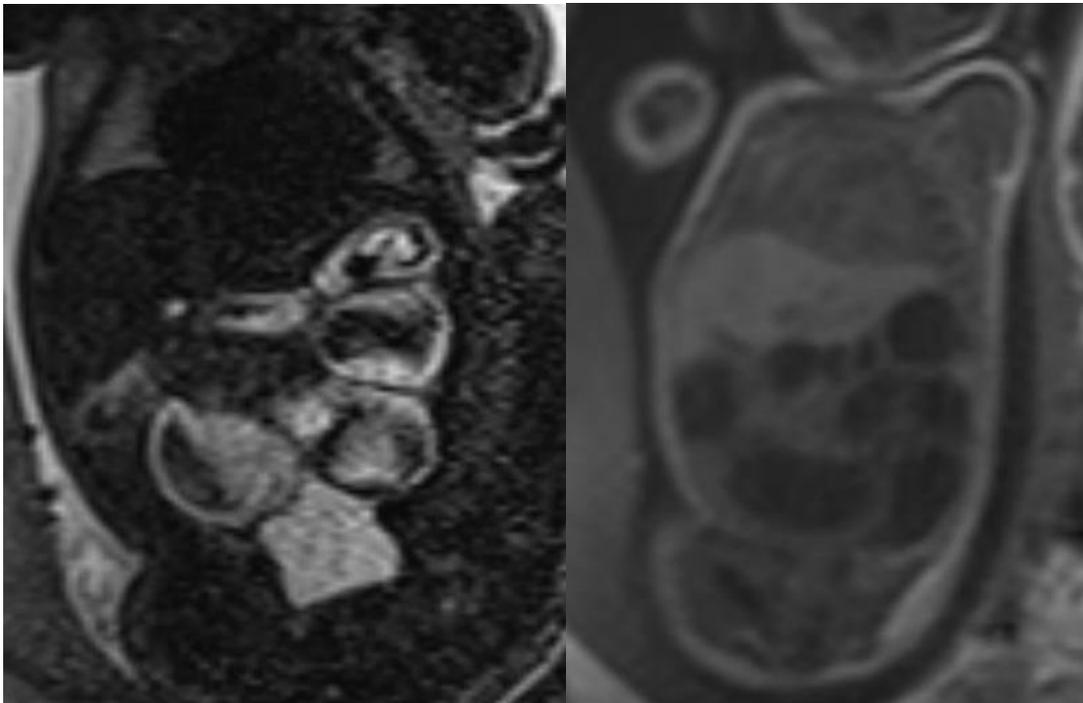
Un estomac et un duodénum dilatés, de même qu'un hydramnios orientent plutôt vers une occlusion proximale. Lors d'un obstacle proximal du grêle, la lumière de celui-ci sera augmentée en amont et peu visible en aval de l'obstacle.

A contrario, plus une atrésie du grêle sera distale, plus le grêle restant sera vu, en hypersignal T2 liquidien normal, dilaté à proximité de l'anomalie et de taille décroissante lorsque l'on s'éloigne de l'obstacle. La topographie de l'obstacle peut donc être appréciée de manière indirecte.

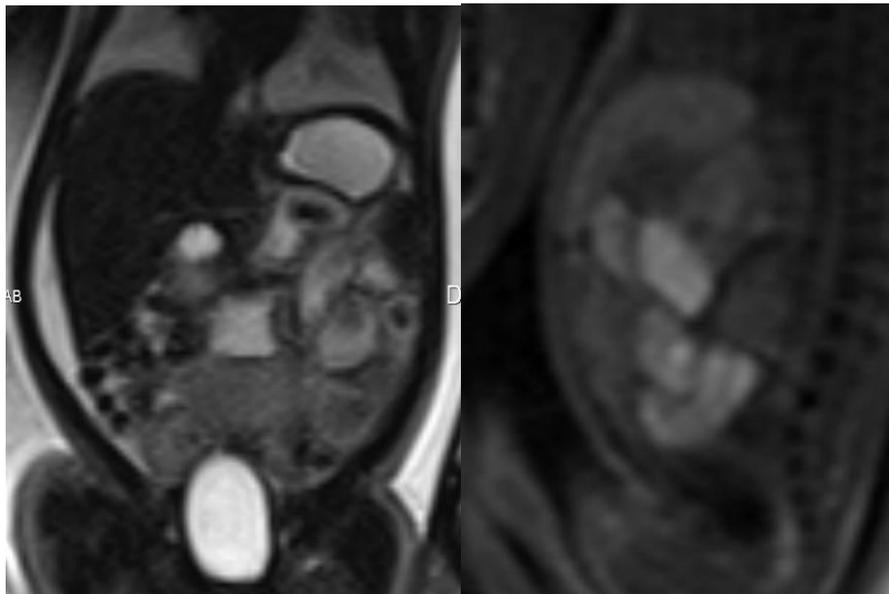
#### **-Le signal du contenu des anses**

Les caractéristiques du signal orientent vers le niveau d'obstacle : en amont de la zone fonctionnelle plat-dilaté, le contenu de l'anse est en principe hyperT2 et hypoT1 s'il s'agit d'une anse jéjunale proximale (<50 cm depuis l'angle de Treitz), ou hyperT1 et de signal T2 intermédiaire s'il s'agit du jéjuno-iléon distal (>50cm depuis l'angle de Treitz jusqu'à la valvule iléo-caecale). Ceci étant expliqué, pour le grêle distal, par la formation du méconium, qui s'accumule à la zone fonctionnelle plat-

dilaté. Cette sémiologie du signal est sensible dans l'étude de Garel et al (76), dans laquelle 10 cas sur 11 d'atrésie distale ont été correctement diagnostiqués. Néanmoins à l'inverse dans l'étude de Colombani et al (77), elle a conduit à un faux diagnostic du niveau d'occlusion dans 6 cas sur 11. A noter que parfois, l'hyperpéristaltisme d'amont peut être vu sous la forme d'anses plates, avec vides de signal (« flow-voids ») en séquences T2.



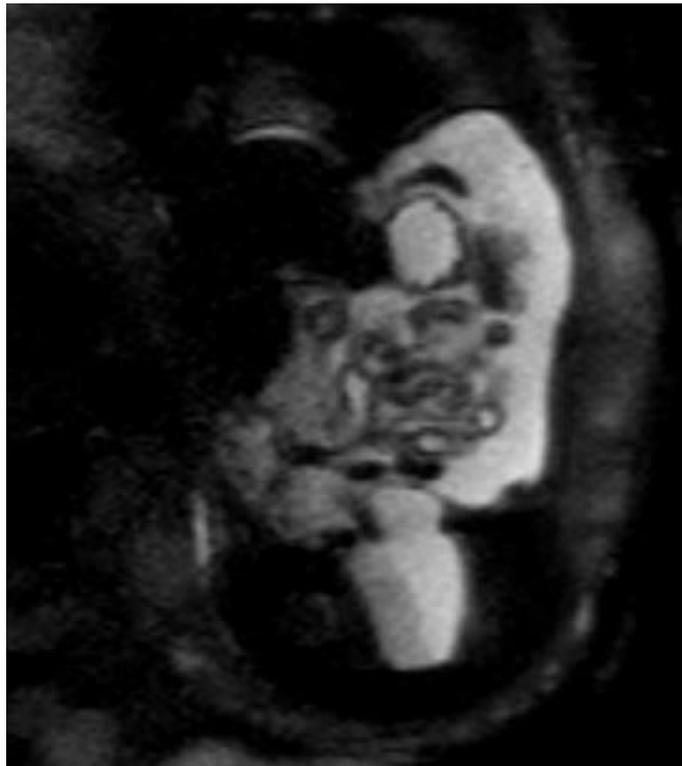
*Figure 29 : coupe coronale T2 HASTE à gauche et coronale T1 EG à 33SA, chez le même fœtus. Aspect d'obstacle du grêle proximal : anses dilatées de contenu liquidien en hypersignal T2 avec flow-voids de péristaltisme, absence d'hypersignal T1 « méconial » au sein des anses dilatées.*



*Figure 30 : coupe coronale T2 HASTE à gauche et sagittale T1 EG à 30SA chez le même fœtus Aspect d'obstacle du grêle distal : présence d'un contenu des anses dilatées de signal intermédiaire en T2 et en hypersignal T1 de type méconial dans la lumière de la majorité des anses dilatées.*

#### 6.2. Complications visibles en IRM :

- Une anomalie de signal de la paroi des anses peut être observée, sans que ce signe ait une valeur pronostique démontrée.
- Une ascite méconiale, qui est visible par un épanchement de signal non liquidien pur, intermédiaire, avec parfois un véritable sédiment en hypersignal T1.
- Un pseudokyste méconial, qui est visible par une image kystique à contenu de signal intermédiaire
- Des calcifications péritonéales sont en vides de signal et donc ignorées par la résonance magnétique du proton.
- Un hydramnios.



*Figure 31 : 34 SA. Coupe sagittale T2 HASTE. Ascite avec niveau hyperT2- signal T2 intermédiaire, évocateur dans ce contexte d'obstacle digestif d'ascite avec sédiment méconial.*

### 6.3. Evaluation de la longueur du grêle fonctionnel restant :

Quel que soit le niveau d'obstacle du grêle, proximal ou distal, le colon est moins rempli par le méconium du fait de la non progression, et prend un aspect dit de « microcolon ». Pour la plupart des auteurs, le signe de la poche rectale normalement distendue par le méconium est une condition sine qua non de toute IRM fœtale abdominale normale : Un microcolon, voire même l'absence de cadre colique identifiable, serait un signe constant dans les obstacles digestifs. (64, 72, 74).

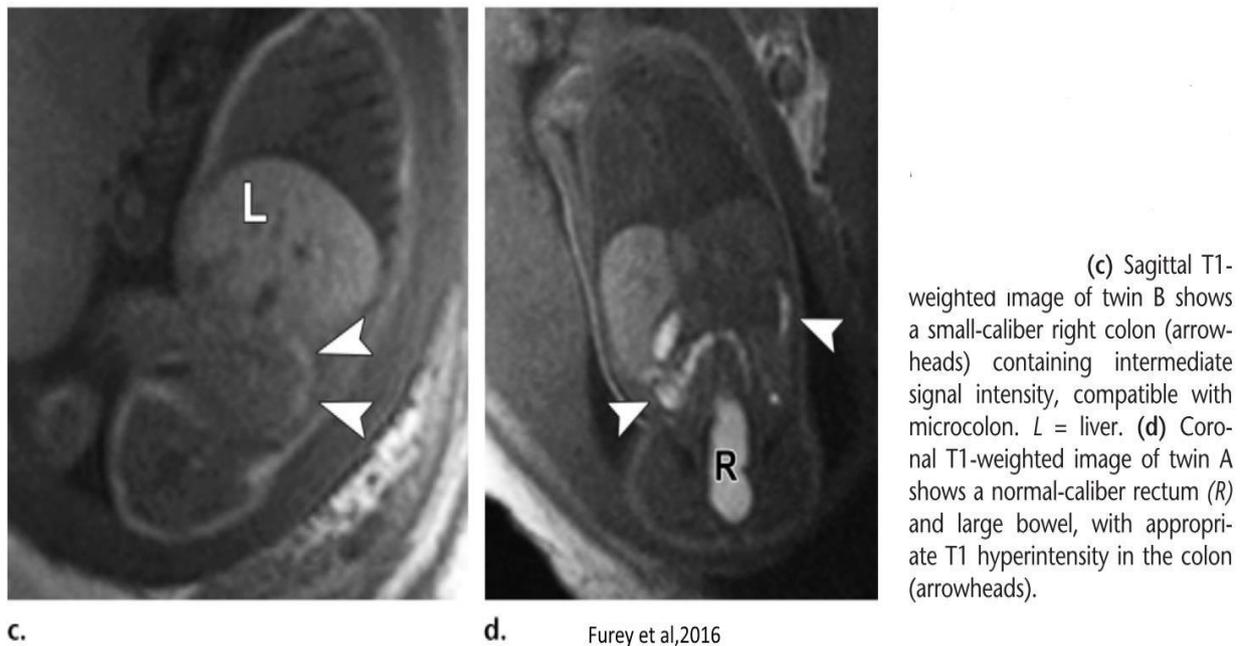
Plusieurs hypothèses ont été évoquées pour essayer d'apprécier la longueur de grêle fonctionnel restante en situation d'obstacle intestinal :

- certains auteurs, Saguintaah et al (72), considèrent qu'il est possible de visualiser le grêle d'aval et que son signal oriente vers la possibilité d'atrésies multiples sous-jacentes.

- d'autres, Couture et al, considèrent que la visualisation du grêle en distalité de l'occlusion est aléatoire, et qu'il est plus fiable d'examiner le colon : un microcolon visible exclurait la possibilité d'atrésies du grêle distal. En cas de microcolon non visible, il faudrait évoquer de probables atrésies multiples (29).

- d'autres, Garel et al (76) enfin considèrent que si des anses grêles sont visibles, qu'elles soient distales ou proximales, leur visibilité en IRM aurait une bonne valeur prédictive positive de leur viabilité. En revanche, leur non visibilité ne préjugerait pas de leur non viabilité, et ne fait pas la différence également entre nécrose et atrésies sous-jacentes.

Aucune de ces 3 hypothèses n'a à ce jour fait l'objet d'une évaluation sur de grandes séries.



**Figure 32 : Grossesse gémellaire Bichoriale Biamniotique à 36SA. A gauche : jumeau B, avec un microcolon. A droite : jumeau A, avec poche rectale et colon normaux. D'après Furey et al, Radiographics(62).**

- Cas particulier de l'iléus méconial :

Carcopino et al (78) considèrent qu'il est possible de différencier une atrésie distale, avec un franc hypersignal T1 et un hyposignal T2, d'un iléus méconial présentant un hyper-signalT1 modéré et un signal T2 intermédiaire : l'article analyse rétrospectivement 2 cas d'atrésie iléale et 2 cas d'iléus méconial avec mucoviscidose confirmée.

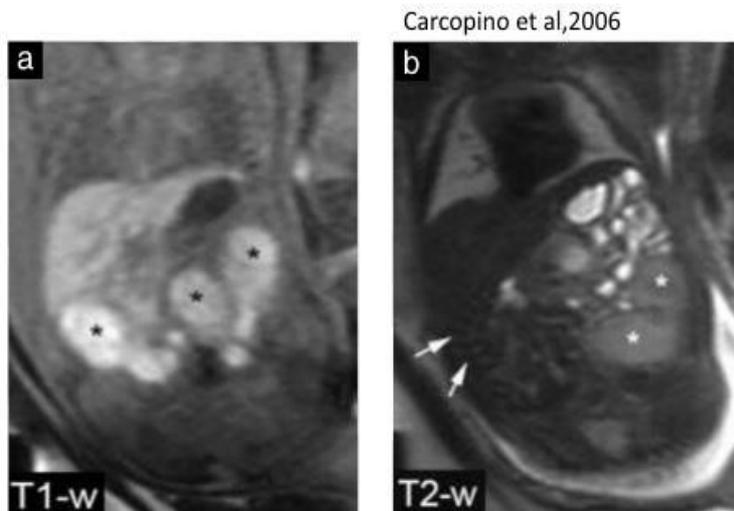


Figure 1 Magnetic resonance images (MRI) in a 34-week fetus: fetal coronal T1-weighted (a) and T2-weighted (b) sequences showing ileal dilatation (\*) and microcolon (arrows). The signal of dilated bowel was unusual (moderately hyperintense signal on T1-weighted and intermediate signal on T2-weighted sequences). The MRI diagnosis was ileal atresia and the pregnancy was terminated because of positive tests for cystic fibrosis.

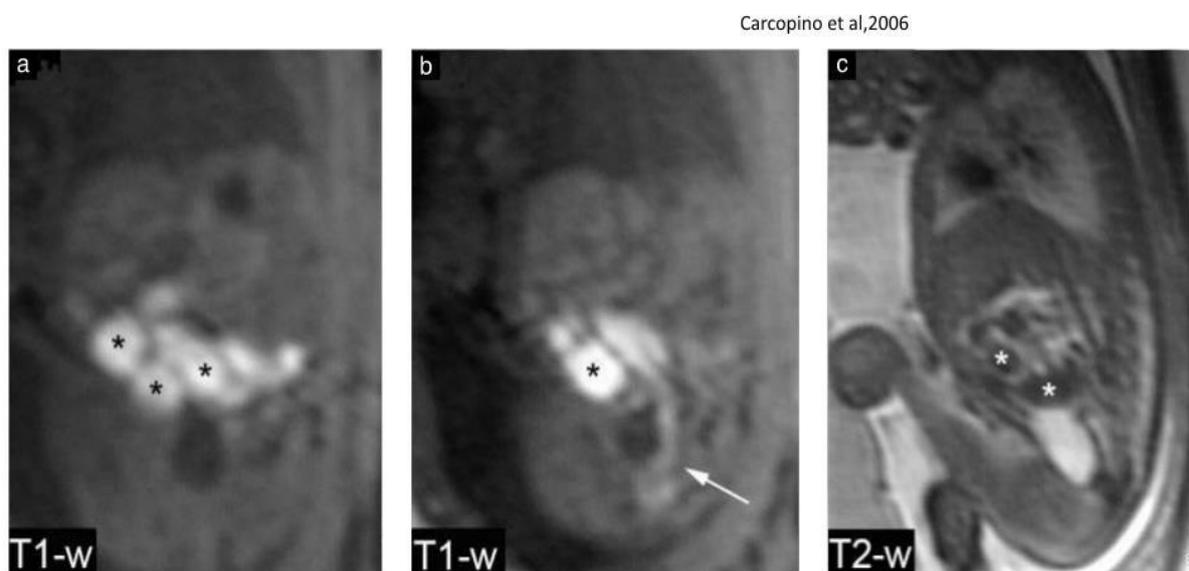
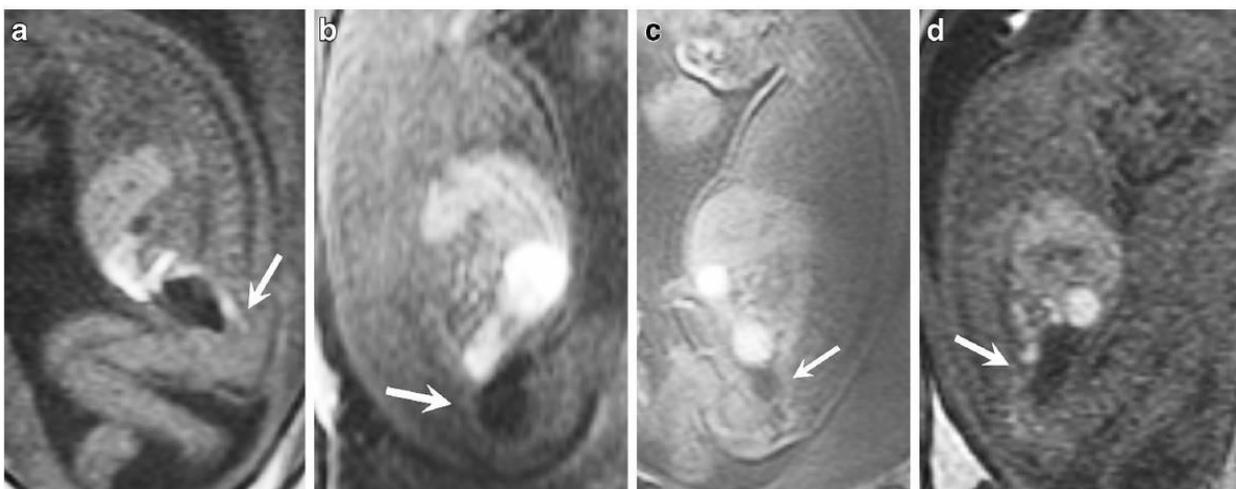


Figure 2 Magnetic resonance images (MRI) in a 28-week fetus: fetal coronal T1-weighted sequence (a) and sagittal T1-weighted (b) and T2-weighted (c) sequences showing ileal dilatation (\*) with meconium-like signal (high signal on T1-weighted and very low signal on T2-weighted sequences) associated with a microcolon (arrow). MRI diagnosis of ileal atresia was confirmed at surgery.

**Figure 33 : Iléus méconial, 34SA (en haut) versus Atrésie iléale (en bas), 28 SA. D'après Carcopino et Al, *Ultrasound in Gyn&Obs* (78), un hyperT1 moins intense et hypoT2 moins intense du contenu des anses, relativement par rapport à une atrésie iléale, ferait évoquer un iléus méconial en premier lieu.**

- **Obstacle du grêle et absence de méconium rectal : association prédictive de la mucoviscidose ?**

Rubio et al (79) viennent de rapporter début 2017, dans une série monocentrique de 12 cas d'obstacles du grêle ayant bénéficié d'une IRM, une association entre l'absence de méconium rectal dans 4 cas (en plus du microcolon) et une mucoviscidose dans 3 de ces 4 cas. Le dernier cas présentait une imperforation anale et une atrésie jéjunale, sans mucoviscidose, ce qui peut constituer un faux positif pour ce signe qui serait évocateur de mucoviscidose. En effet, la position de cul de sac rectal, basée sur la position du méconium, sert également dans le cadre des malformations anorectales (voir infra).



**Fig. 7** Appearance of the fetal rectum on sagittal T1-W MRI in cases of distal atresia and CF demonstrates absence of the expected column of fetal rectal meconium in four cases. **a** A narrow strand of meconium (*arrow*) terminates too high in a 25-week male fetus with jejunal and anal atresia (case 7). **b** There is a space posterior to the urinary bladder where a T1-bright meconium column should be seen (*arrow*) in case 9, a

28-week male fetus with cystic fibrosis. **c** Note the space posterior to the urinary bladder where a T1-bright meconium column should be seen (*arrow*) in case 11, a 32-week male fetus with cystic fibrosis. **d** Note the space posterior to the urinary bladder where a T1-bright meconium column should be seen (*arrow*) in case 12, a 25-week female fetus with cystic fibrosis

Rubio et al, 2017

**Figure 34 : Coupe sagittale T1, évaluant le point de progression le plus distal du méconium dans (de gauche à droite) : un cas d'atrésie jéjunale et d'imperforation anale à 25SA, un cas de mucoviscidose à 28SA, un cas de mucoviscidose à 32 SA et un cas de mucoviscidose à 25SA. D'après Rubio et al, Ultrasound in Obs and Gyn(79).**

## **7. Cas particuliers, aspects IRM : volvulus, malrotation et Apple-peel, laparoschisis, cloaque.**

### **7.1. Volvulus du grêle**

#### **❖ Signes directs :**

Le « whirlpool sign », ou signe du tourbillon est également décrit. Il correspond comme en échographie à l'enroulement des anses autour du méso(29).

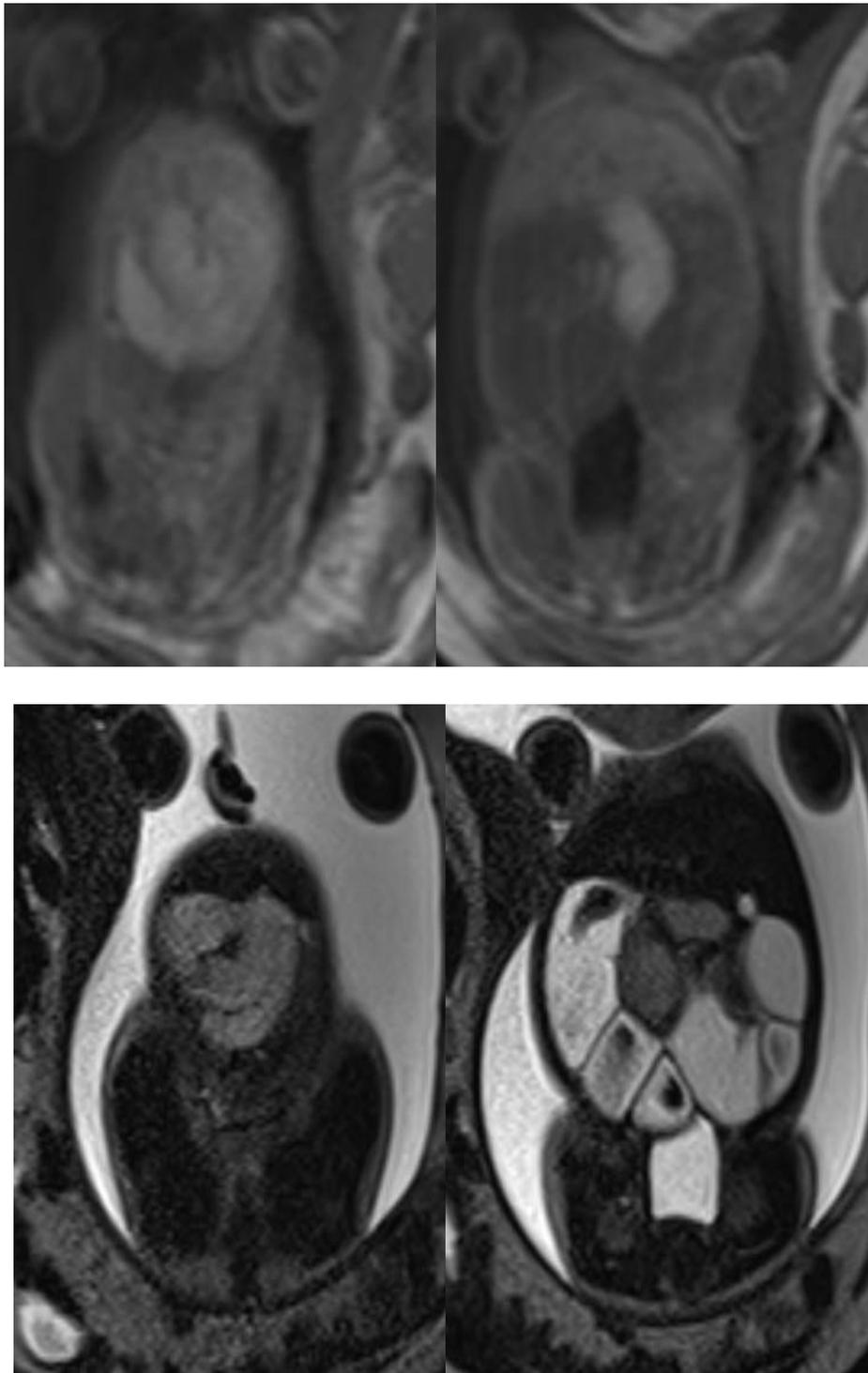
#### **❖ Signes indirects :**

Une disposition des anses ectopiques peut faire évoquer une malrotation associée. (La position des vaisseaux mésentériques n'est pas vue en IRM à l'heure actuelle.)

La détermination du niveau d'obstacle est faire selon le même raisonnement basé sur le signal du contenu des anses.

#### **❖ Complications :**

Elles sont les mêmes que précédemment pour les obstacles du grêle.



*Figure 38 : 34 SA, même fœtus. En haut : coupes coronales T1 EG. En bas : coupes coronales T2 HASTE, calées sur les coupes précédentes. Enroulement des anses dilatées en « tourbillon » autour du méso, visible ici en coronal, avec un signal en hypersignal T1 et signal T2 intermédiaire « méconial » des anses dilatées.*

❖ **Malrotation et syndrome d'Appel-peel**

Une disposition ectopique des anses grêles, du caecum et du cadre colique peut faire évoquer une malrotation associée. La position des vaisseaux mésentériques n'est pas vue en IRM à l'heure actuelle.

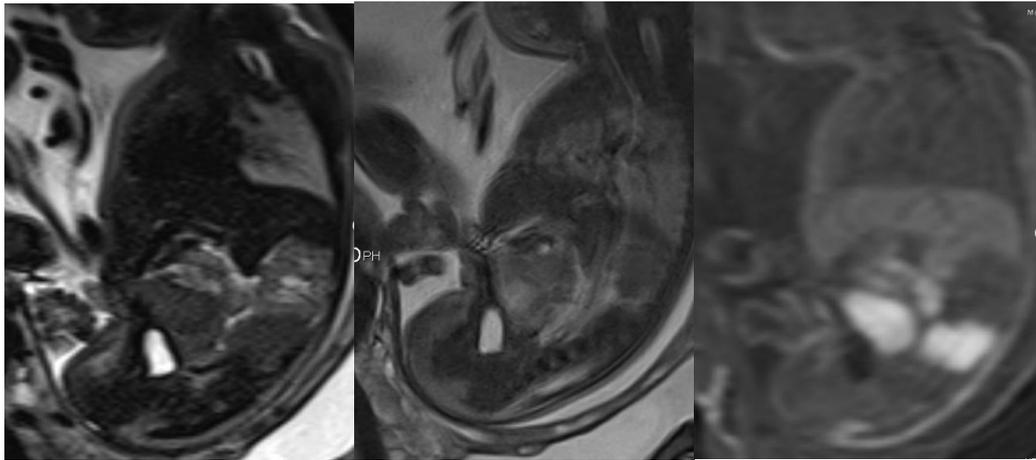
Aucun signe IRM n'a été décrit comme étant sensible ou spécifique d'un syndrome d'apple-peel.

On note que dans une publication récente sur une série marseillaise rétrospective de 709 IRM fœtales réalisées pour divers motifs mais incluant des coupes T2 sur l'abdomen, le diagnostic de malrotation en IRM est faisable en l'absence de dilatation digestive (130).

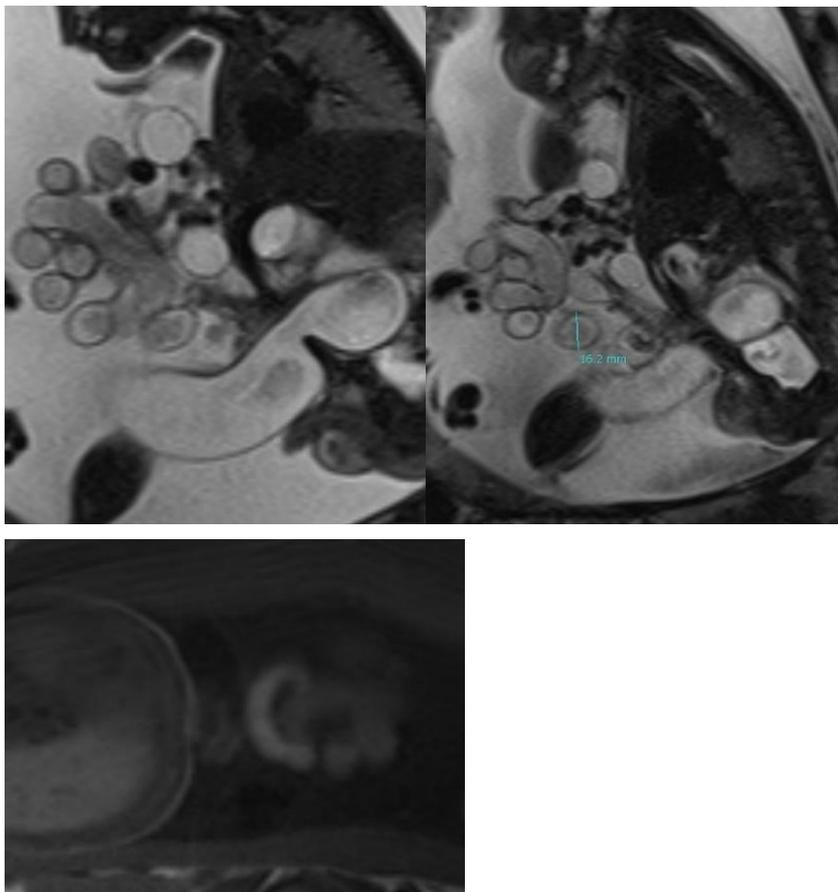
**7.2. Laparoschisis compliqué de dilatation digestive**

❖ **Signes directs :**

- Soit la zone jonctionnelle plat-dilatée située au niveau du collet
- Soit la zone jonctionnelle plat-dilatée située en intra-péritonéal, suspecte d'atrésie digestive (43). La dilatation digestive extra-abdominale est fréquente, sans valeur prédictive pour une atrésie digestive dans la méta-analyse de D'Antonio. Néanmoins, il peut exister une véritable zone jonctionnelle plat dilaté extra abdominale faisant suspecter un obstacle organique.



**Fig. 39 : 31 SA. Laparoscisis avec dilatation digestive intra-abdominale. De gauche à droite: coupes sagittales, en séquence T2 HASTE, T2 Truefisp, T1 EG. Le collet constitue ici la zone jonctionnelle plat-dilaté, avec accumulation de contenu méconial en hypersignal T1 juste en amont du collet, en faveur d'anses distales du grêle.**



**Fig 40 : 30 SA : En haut : coupes sagittales T2 HASTE. En bas : Coupe axiale T1EG. Dilatation des anses digestives intra et extra-abdominales. Le collet ne constitue pas une zone jonctionnelle. La zone jonctionnelle plat dilaté se situe en extra-abdominal, avec un contenu en hypersignal T1 méconial - signal T2 intermédiaire juste en amont, en faveur d'un obstacle distal du grêle extra-abdominal.**

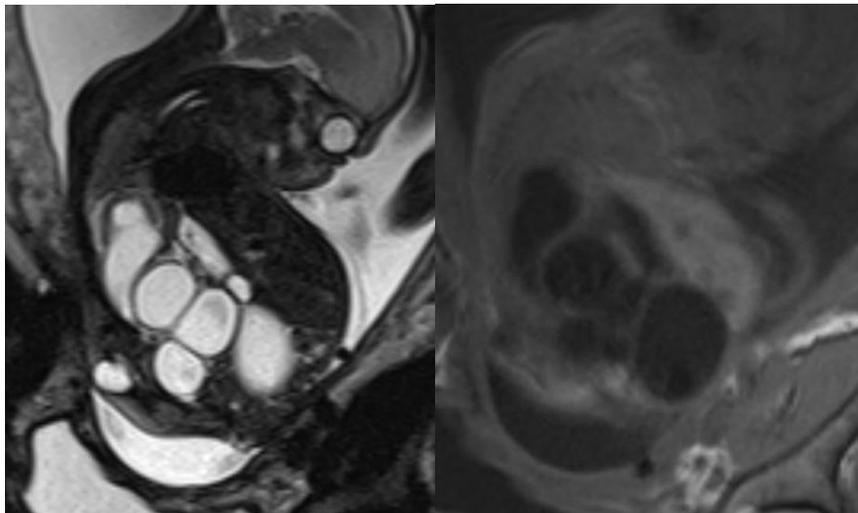
❖ **Complications :**

- En intra-abdominal, on retrouve les mêmes complications décrites à type d'ascite méconiale, ou de pseudokyste méconial.
- On peut décrire les anomalies de signal des anses extra-abdominales, bien qu'il n'y ait pas de valeur pronostique décrite dans la littérature.

**7.3. Dysgénésie cloacale :**

❖ **Signes orientant vers un cloaque (80):**

- Une dilatation digestive basse avec un arrêt du cul de sac rectal au dessus du plan du col vésical est évocatrice, avec parfois la présence d'entérolithiases.
- Un hydrocolpos est évocateur.
- Des anomalies urologiques telles que: megavessie, dilatation urétérale bilatérale avec ou sans retentissement sur le parenchyme rénal sont décrites. Parfois, il existe un sédiment intravésical en faveur d'une fistule urodigestive.



*Fig 41 : 27SA. A gauche, coupe sagittale T2 HASTE. A droite : coupe sagittale T1EG. Dilatation urétérale gauche s'abouchant dans des structures pelviennes d'aspect « pseudokystiques » pouvant être l'utérus ou la vessie. La foetopathologie confirmera qu'il s'agissait d'un abouchement de l'uretère gauche dans un héli utérus gauche borgne. L'image liquidienne en regard de la région lombosacrée correspond à un méningocèle.*

## C. Management périnatal des obstacles digestifs du grêle

### 1. Principe général

Une fois le diagnostic établi et annoncé, la surveillance obstétricale, en partie aidée par l'échographie, s'attache à vérifier la bonne poursuite de la croissance du fœtus et l'absence de signe de souffrance fœtale, susceptible de modifier le terme et/ou le mode d'accouchement.

Il n'y a pas de recommandations officielles du suivi d'occlusion digestives anténatales, et le bon sens guide la surveillance au cas par cas. Le terme d'accouchement optimal n'a été étudié que dans le cas particulier du laparoschisis et doit mettre en balance le bénéfice d'une prise en charge chirurgicale optimale avec le risque encouru par une prématurité.

Compte tenu de la nécessité d'une prise en charge chirurgicale néonatale, l'accouchement est en principe réalisé en maternité de niveau 3.

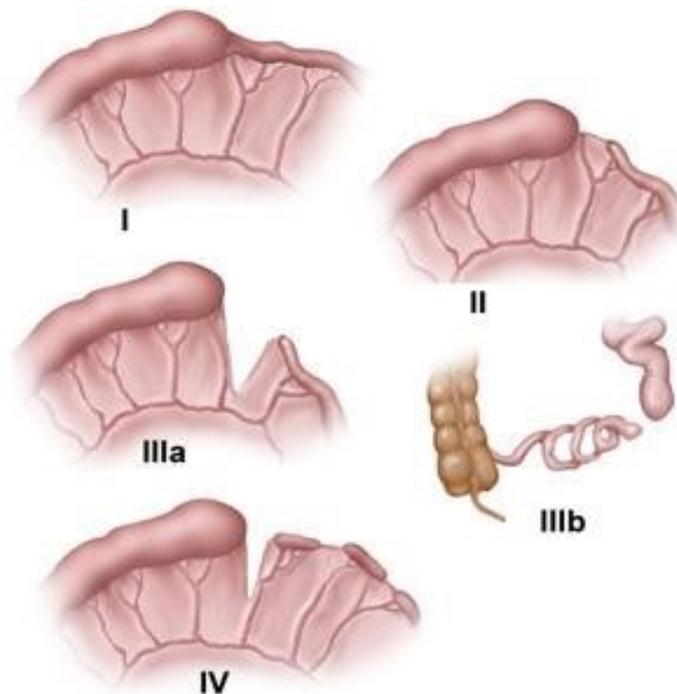
Le principe général du traitement d'une atrésie digestive consiste à rétablir la continuité du tube digestif en préservant le maximum de sa longueur. En peropératoire, l'inspection attentionnée de l'aspect des anses, l'instillation intraluminaire de sérum salé et/ou l'utilisation d'un cathéter à ballonnet permet de s'assurer de la perméabilité d'une anse. En présence d'une anse dilatée en position proximale de l'atrésie, la confection d'une plastie modelante avec cette anse est essentielle afin d'éviter l'adynamie à long terme juste en amont de l'anastomose que le chirurgien réalisera (81) (82).

## 2. Prise en charge d'une occlusion jéjunale et/ou iléale.

Il n'existe pas à ce jour d'étude concernant le terme d'accouchement optimal selon le type d'occlusion du grêle et/ou lorsqu'il existe des signes de gravité en imagerie (échographie/IRM).

L'exploration chirurgicale affirme l'occlusion organique, fait le diagnostic sous-jacent selon le type d'atrésie, évalue la vitalité des anses dilatées, recherche d'autres atrésies associées en distalité, et objective une éventuelle péritonite.

Il existe une classification des atrésies selon Martin et al (87) :



*Figure 44 : classification macroscopique des atrésies, d'après Martin et al, J Pediatr Surgery (76)*

*-type I : atrésie borgne avec paroi intacte*

*-type II : atrésie avec cordon fibreux*

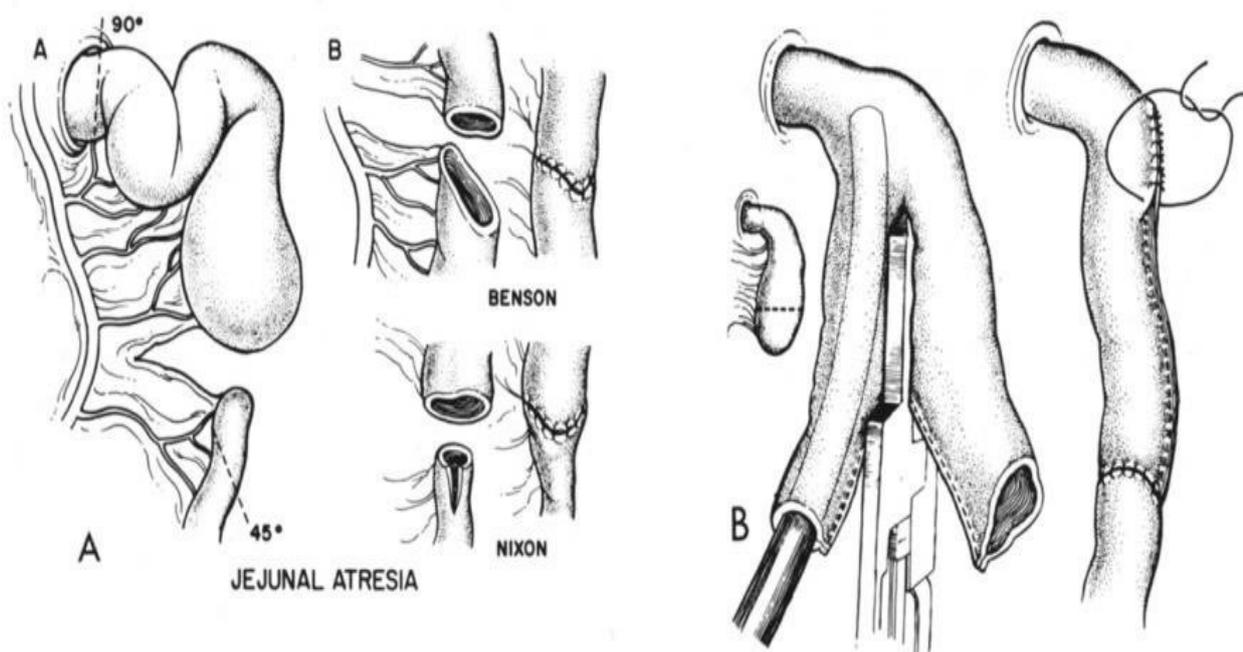
*-type IIIa : atrésie borgne avec paroi intacte et défaut du méso*

*-type IIIb : atrésie avec agénésie méésentérique supérieure soit un syndrome d' « Apple-peel ».*

*-type IV : atrésies multiples.*

La technique chirurgicale s'adapte à la présentation peropératoire et au fait qu'une anse proximale très dilatée d'amont n'aura pas de péristaltisme efficace. Une atrésie simple peut être traitée par une résection-anastomose large. En revanche, en cas d'atrésies multiples, on préférera réaliser de multiples plasties modelantes(88).

En cas de péritonite sévère ou de doute sur la viabilité des anses, on résèque la zone atrétique minimale et une mise en stomie « en double canon de fusil » est réalisée pour temporiser avant de ré-intervenir dans un contexte moins inflammatoire pour rétablir la continuité(88).



**Figure 45, d'après Grosfield, J Pediatr Surg (88) reprenant les travaux de Luow, Nixon et Benson dans les années 70. A : Atrésie jéjunale traitée par résection-anastomose, soit bord à bord selon Benson, soit avec plastie du bord antimésentérique selon Nixon. Cette méthode résèque l'anse proximale très dilatée pour éviter l'adynamie post-opératoire. B : exemple de plastie modelante permettant d'utiliser l'anse dilatée proximale pour conserver autant que possible la longueur totale du grêle.**

Une méthode alternative traitant les disparités de calibre à l'agrafe a également été décrite (89).

Un cathéter veineux central est posé pour nutrition parentérale, avec un risque de dysfonction hépatique et un risque infectieux sur cathéter. La reprise du transit a lieu en général au bout de quelques jours, selon le degré de souffrance du grêle, et se fait de façon progressive. L'alimentation parentérale ne sera arrêtée que lorsque les apports par voie entérique seront possibles en quantité suffisante pour assurer la croissance du nouveau-né, soit en général au bout de quelques semaines.

Le temps nécessaire jusqu'à l'obtention d'une alimentation entérale exclusive (« Time to Full

Enteral Feed »), qui dépend du degré de prématurité et de l'importance de la résection, est un critère de jugement souvent choisi dans les études de nutrition néonatale(90).

La série historique de Dalla Vecchia (1998) rapportait moins de 1% de mortalité néonatale, et plus de 86% de survie à long terme. Touloukian (1993)(91) retrouvait 92% de survie globale.

A long terme, le pronostic est grevé en cas de syndrome du grêle court : il s'agit de l'incapacité du grêle à assurer l'équilibre énergétique, protéique, hydro-électrolytique et en micronutriments liée à une réduction de sa masse fonctionnelle. La conséquence en est une alimentation parentérale prolongée.

D'autres complications rapportées sont le déficit en vitamines si l'iléon distal a dû être sacrifié, et la pullulation microbienne intestinale.

Ceci met en exergue l'importance de la préservation d'une longueur de grêle suffisante. Compte tenu du potentiel de croissance postnatal de l'intestin grêle, un syndrome du grêle court survient en cas de résection de plus de 75% de la longueur du grêle (Galea, 1992)(92) ou pour une longueur de grêle résiduel < 25% de la valeur attendue pour l'âge gestationnel (Association canadienne des chirurgiens pédiatriques, Wales et al 2005)(93). Si l'on tient compte de l'abaque de la longueur normale de l'intestin en fonction de l'âge gestationnel publiée par Touloukian en 1983 (1) : .

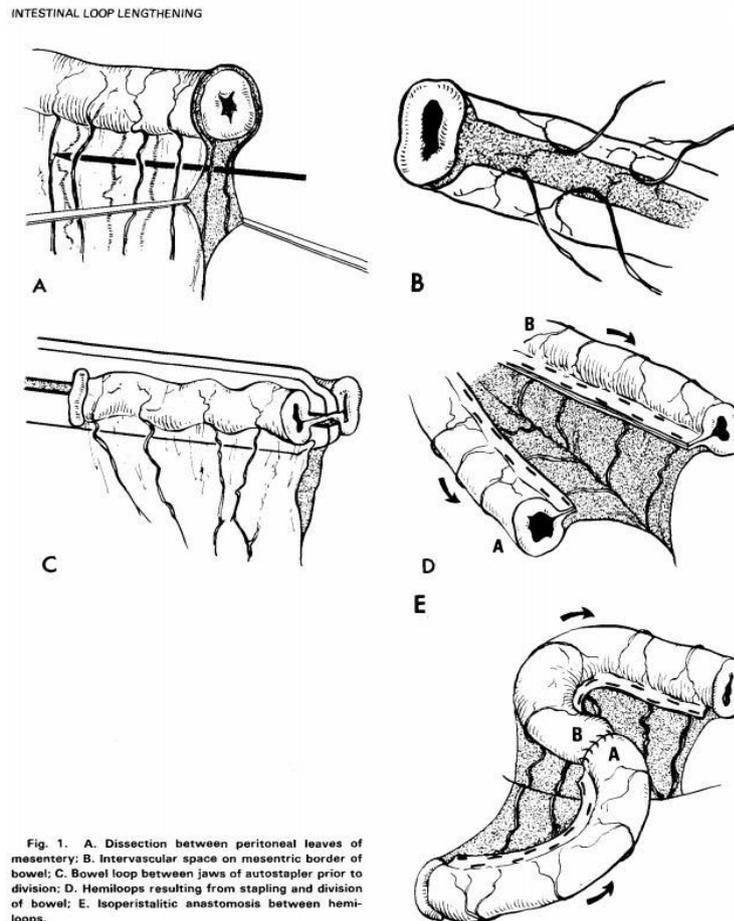
Group	Gestational Age (weeks)	Overall* Intest Length (cm)	Duod* (cm) (% of Overall Length)	Jejunum* Ileum (cm) (% of Overall Length)	Colon* (cm) (% of Overall Length)
A (n = 11)	19-27	142 ±* 22	3.8 ± 1.0 (2.7)	114.8 ±* 21 (80.8)	23.4 ±* 4 (16.5)
B (n = 13)	27-35	217 ±* 24	5.3 ± 1.9 (2.4)	172.1 ±* 29 (79.3)	40.9 ± 8 (18.8)
C (n = 6)	>35	304 ±* 44	6.5 ± 1.9 (2.1)	248.0 ±* 40 (81.6)	49.1 ±* 6 (16.2)

\*p < 0.05 + mean ± SD

**Figure 46 : mesure de la longueur de l'intestin en fonction de l'âge gestationnel (en semaines d'aménorrhées) selon Touloukian, J Pediatr Surg (1)**

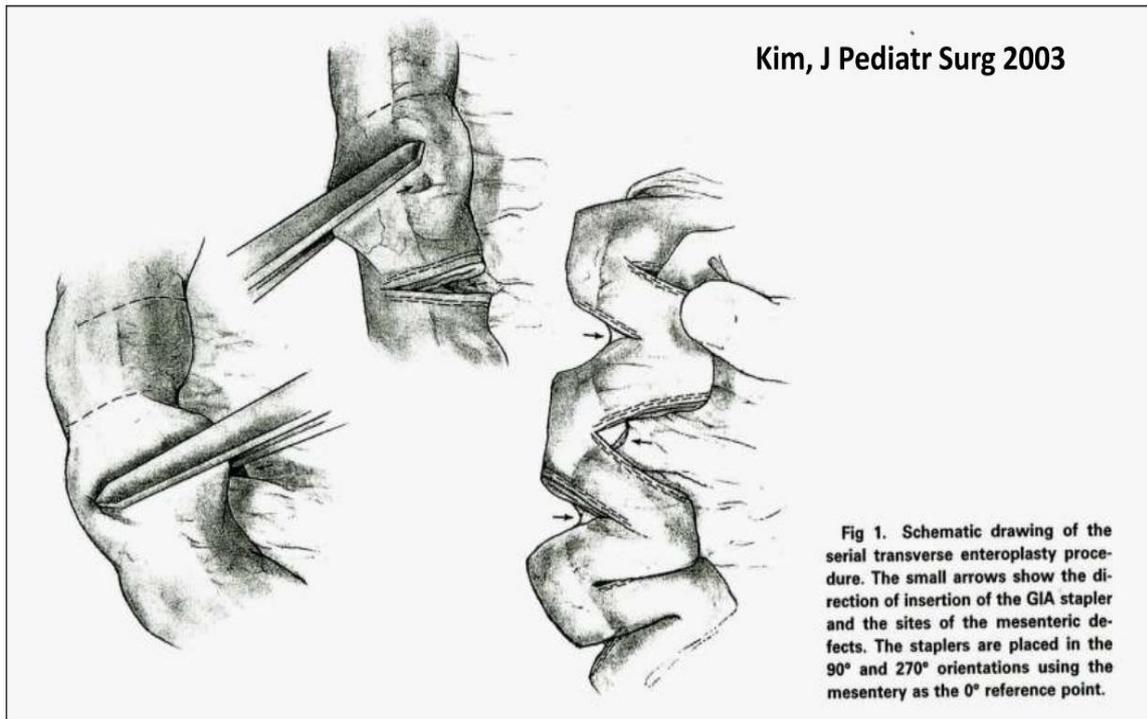
On peut retenir comme valeurs normales médianes pour le jéjuno-iléon:

- avant 27SA : 115 cm
- de 27 à 35 SA : 172cm
- après 35SA : 248 cm



**Figure 47 : Technique LILT d'après la publication originale de Bianchi, J Pediatr Surg (96)**

- Le STEP (Serial Transverse Enteroplasty Procedure), technique inventée à l'hôpital des enfants de Boston au début des années 2000 (97), il s'agit d'effectuer des section-coagulation du grêle en « zig-zag » afin d'augmenter sa surface d'échange avec le bol alimentaire.



*Figure 48: Technique STEP, d'après la publication originale de Kim, J *Pediatr Surg* (97)*

En dernier recours, on peut proposer une greffe intestinale, bien que cette solution soit grevée d'une morbi-mortalité sévère (98).

## **2<sup>eme</sup> partie : Etude rétrospective : Imagerie anténatale, corrélation et devenir post-natal des fœtus porteurs d'une dilatation digestive au niveau jéjuno - iléale**

### **A. Introduction**

Comme vu précédemment, la découverte d'une dilatation digestive est le mode d'entrée vers plusieurs pathologies différentes : atrésies, volvulus, laparoschisis,. Dans les pathologies obstructives du grêle isolées, le pronostic est déterminé par la longueur de grêle restante.

Un diagnostic anténatal idéal serait donc un diagnostic capable d'approcher au maximum le diagnostic postnatal, et de différencier les groupes de patients à pronostic sévère.

Le principal défi actuel reste l'évaluation de la longueur d'intestin grêle fonctionnel. Pour certains auteurs, l'IRM fœtale abdominale pourrait apporter des éléments de réponses.

### **B. Objectifs**

L'objectif de notre étude est d'évaluer la pertinence des diagnostics portés sur les dilatations digestives jéjuno grélique vues en période anténatale, en corrélant ces données aux diagnostics portés en postnatal.

Les objectifs secondaires sont d'observer la morbidité et la mortalité néonatale de ces enfants.

## C. Matériels et méthode

### 1. Type d'étude

Il s'agit d'une étude observationnelle, rétrospective, monocentrique, réalisée dans le département de gynécologie obstétrique 2 du CHU HASSAN II de FES , du premier janvier 2011 au 01 janvier 2024 .

### 2. Critères d'inclusion et d'exclusion

#### ❖ Critères d'inclusion :

Ont été inclus dans notre étude tous les fœtus présentant, à la lecture des comptes rendu d'imagerie anténatale du service de gynécologie obstétrique II , une dilatation digestive anténatale du grêle, durant la période donnée du 01/01/2010 au 01/01/2024.

#### ❖ Critères d'exclusion :

Les MFIU , les patientes qui n'ont pas continué leur suivie chez nous , et les patientes dont les bébés se sont fait opérés dans une autre structure que la notre et dont les images per opératoires et les comptes rendu n'ont pas pu être récupérés.

#### ❖ Critères de non inclusion :

- Les duplications digestives sans conséquence sur le système digestif d'aval et d'amont n'ont pas été incluses.
- Les dilatations kystiques intra-abdominales d'origine non digestives (kyste de l'ovaire, du cholédoque...) n'ont pas été incluses.

### **3. Recueil de données**

La recherche de dossiers patients s'effectue sur le registre des malformations retenues au niveau de l'unité du diagnostic anténatal géré par Pr CHAARA

Le recueil de données a été stoppé à 6 mois de vie extra-utérine ( 1 seul bébé)

### **4. Modalités techniques**

Les échographies ont été réalisées sur l'échographe disponible au sein de l'unité de diagnostic anténatal du service

-un GE voluson 730 mis en service en 2011.

Malheureusement aucune de nos 5 patientes n'a pu réaliser une IRM fœtale , par manque de moyens et car le diagnostic a été fait tardivement à un âge gestationnel avancé , vu que les patientes consultaient tard .

L'ensemble des examens d'imagerie a été interprété par Pr CHAARA

### **5. Paramètres recueillis**

❖ **Les paramètres recueillis étaient les suivants :**

En prénatal :

- ▲ Le terme de découverte de la dilatation digestive, en semaines d'aménorrhée (SA)
- ▲ Le diagnostic anténatal supposé
- ▲ Les complications anténatales de la dilatation digestive (hydramnios, péritonite méconiale)

En postnatal (on rappelle que l'étude est stoppée à 6mois de vie) :

- ♣ Le terme de naissance, en semaines d'aménorrhée (SA)
- ♣ Le jour de la 1ere chirurgie, en nombre de jours de vie extra-utérine
- ♣ Le niveau d'obstacle vu en chirurgie
- ♣ Les complications vues en chirurgie (péritonite, ascite, nécrose des anses, kyste méconial )
- ♣ Le mécanisme anatomique sous-jacent : atrésie, diaphragme, malrotation, apple-peel syndrome.
- ♣ La présence d'atrésies multiples sur le grêle en distalité de l'obstacle
- ♣ Le jour du début d'alimentation entérale (en jours de vie extra-utérine)
- ♣ Le nombre total d'interventions chirurgicales en période néonatale
- ♣ Le nombre total de jours d'alimentation parentérale, et le détail du décompte en cas de plusieurs chirurgies.
- ♣ Le jour de reprise d'alimentation entérale en cas de 2e chirurgie, en nombre de jours après remise en continuité.
- ♣ La survenue d'un sepsis sévère à point de départ digestif
- ♣ Le décès du nouveau-né et le jour de survenue
- ♣ La nécessité d'alimentation parentérale à domicile
- ♣ La croissance staturopondérale satisfaisante ou non à 6 mois de vie

#### **6. Description et définition des paramètres :**

Une dilatation intestinale est généralement admise lorsque la lumière intestinale présente un diamètre maximal  $>7\text{mm}$  à 22SA et  $>13\text{mm}$  à 30SA, ce qui peut être un signe d'occlusion intestinale (6, 10).

❖ **En anténatal :**

La détermination du niveau d'obstacle digestif a été réalisée selon les critères suivants:

- au niveau de l'intestin grêle, le niveau de l'obstacle a été considéré proximal, c'est-à-dire dans les 50 premiers centimètres dès l'angle de Treitz lorsqu'il existait un contenu liquidien, d'autant plus s'il existait un estomac distendu et un hydramnios (64, 72, 74).

-A l'inverse, le niveau de l'obstacle a été considéré distal, c'est-à-dire au-delà de 50cm après l'angle de Treitz,

Les complications des dilatations digestives retenues ont été celles décrites dans la littérature (64, 72, 74) :

- ▲ Hydramnios : défini échographiquement par un index de Phelan supérieur à 25 ou une grande citerne supérieure ou égale à 12cm.
- ▲ Ascite simple, soit un épanchement péritonéal liquidien, anéchogène en échographie
- ▲ Ascite méconiale, épanchement péritonéal à contenu échogène en échographie
- ▲ Calcifications abdominales : définies échographiquement par une image hyperéchogène punctiforme avec cône d'ombre postérieur, dans la cavité péritonéale.

❖ **En post natal,**

Les données recueillis ont été stoppées à 6 mois de vie

Plusieurs données des comptes rendus opératoires ont été recueillies:

- ▲ Le diagnostic chirurgical, notamment le niveau d'obstacle et le mécanisme sous-jacent. Ces informations sont « l'assurance qualité » du diagnostic anténatal, le gold standard de référence.
- ▲ La longueur de grêle restante après résection, puisque celle-ci a un impact pronostique majeur sur la mortalité et la morbidité néonatale (81, 82, 92, 93).
- ▲ La présence ou non d'atrésies multiples, qui pourraient avoir un impact sur la longueur de résection du chirurgien.

Plusieurs paramètres médicaux ont été choisis pour leur pertinence :

- ▲ Le jour de début de l'alimentation entérale, puisqu'il a été montré qu'une renutrition entérale précoce limitait le besoin d'alimentation parentérale (122, 123)
- ▲ Le nombre de jours de parentérale, puisqu'il s'agit d'un aspect majeur de la morbidité néonatale (98, 123). Nous avons différencié la période d'alimentation parentérale initiale de la période d'alimentation parentérale après rétablissement de continuité lorsque cela était le cas.
- ▲ La survenue d'un sepsis sévère à point de départ digestif, qui peut grever la morbidité néonatale.
- ▲ Cela a été notamment montré pour le laparoschisis (124)
- ▲ La survenue d'un décès en période néonatale
- ▲ La nécessité d'une alimentation parentérale à domicile, témoin d'une insuffisance intestinale (126).

La croissance staturopondérale, basée sur l'examen clinique (poids, taille, interprétation des courbes à la discrétion du pédiatre, notamment en cas de prématurité) à 6 mois a été appréciée par un pédiatre ou un chirurgien pédiatre de notre centre, et le compte rendu de consultation a fait foi.

## **D. Observations**

### **Patiente N 1**

Patiente âgée de 40 ans , sans ATCD pathologique , Gestité 4 Parité 3 (3 enfants accouchés par voie basse dont un nouveau née décédé a J 15 de vie dans un contexte d'occlusion dans notre formation ) ,, sa grossesse était mal suivie au Centre de santé sans particularités n'ayant jamais bénéficié d'échographie au cours de sa grossesse, admise chez nous pour sa première consultation à 35 SA ( selon une DDR précise ) .

Chez qui l'examen général était sans particularités ,

**Examen obstétrical** était sans particularités

**Echo faite à 35 SA** : trouve une grossesse monofoetale évolutive , en présentation céphalique , biométrie correspondant à l'âge gestationnel

Morphologie : était sans particularités mis à part au niveau abdominal ou on a identifié un estomac dilaté avec duodénum dilaté et quelques anses gréliques avec péristaltisme intestinale faisant évoquer une occlusion haute avec une lumière intestinale à 20 mm (figure 57)

Paroi intestinale 2 mm

Par ailleurs pas de signes échographique de péritonite ( pas de calcifications )

Le reste de la morphologie RAS

Placenta antérieur non bas inséré

Liquide amniotique en quantité normale



*Figure 57 : un estomac dilaté avec duodénum dilaté et quelques anses gréliques avec péristaltisme intestinale faisant évoquer une occlusion haute avec une lumière intestinale à 20 mm , Paroi intestinale 2 mm*

La patiente a accouché par voie basse à 39 SA +5 J

L'examen du nouveau née a trouvé un nouveau née de sexe féminin

### **Examen a l'admission**

Examen général : le poids 2.1 kg , FC 130 bpm , FR 40 cycl/ min ,

Examen abdominal : abdomen souple et plat ; pas d'émission de méconium, pas hépato splénomégalie

Examen pulmonaire : pas de détresse respiratoire, saturation correcte à l'air ambiant

Le reste de l'examen somatique est sans particularité



*Figure 58 : ASP chez le nouveau née présentant une occlusion*

❖ L'exploration per opératoire et geste opératoire :

La 1<sup>ere</sup> anse grêle dilatée en amont d'une atresie du grêle en colimaçon .

L'exploration de la dernière anse grêle a trouvé 2 diaphragmes siégeant sur les 2 dernières anses, qu'on a réséqué emportant les diaphragmes, bon passage au niveau du colon.

Anastomose termino terminale entre la 1<sup>ere</sup> anse grêle et l'anse distale par surjet au vicryl 4/0 , renforcé par des points séparés

Réalisation du test de perméabilité : bon passage



*Figure 59 : exploration per op montrant une trésie de la première anse iléale*



*Figure 60 : Anastomose termino terminale entre la 1ere anse grêle et l anse distale par surjet*

## Imagerie anténatale, corrélation et devenir post-natal des fœtus porteurs d'une dilatation digestive au niveau jéjuno - iléale :

---

Le bébé a bénéficié d'une alimentation parentérale pendant 15 jours, puis passage à l'alimentation entérale,

Il n'y a pas eu de sepsis

Bébé déclaré sortant à J30 de la chirurgie

Vivante agée actuellement de 1 an et demi et de bon développement psychomoteur.

### **Patiente N2 :**

Patiente âgée de 36 ans , sans ATCD pathologique , G3 P2 (2 enfants accouchés par voie basse sans particularités de bon développement psychomoteur ) ,sa grossesse était suivie chez nous avec découverte à l'écho T2 d'une dilatation digestive

Chez qui l'examen général était sans particularités , suivi de consultation prénatale sans particularités ,

**Examen obstétrical** était sans particularités

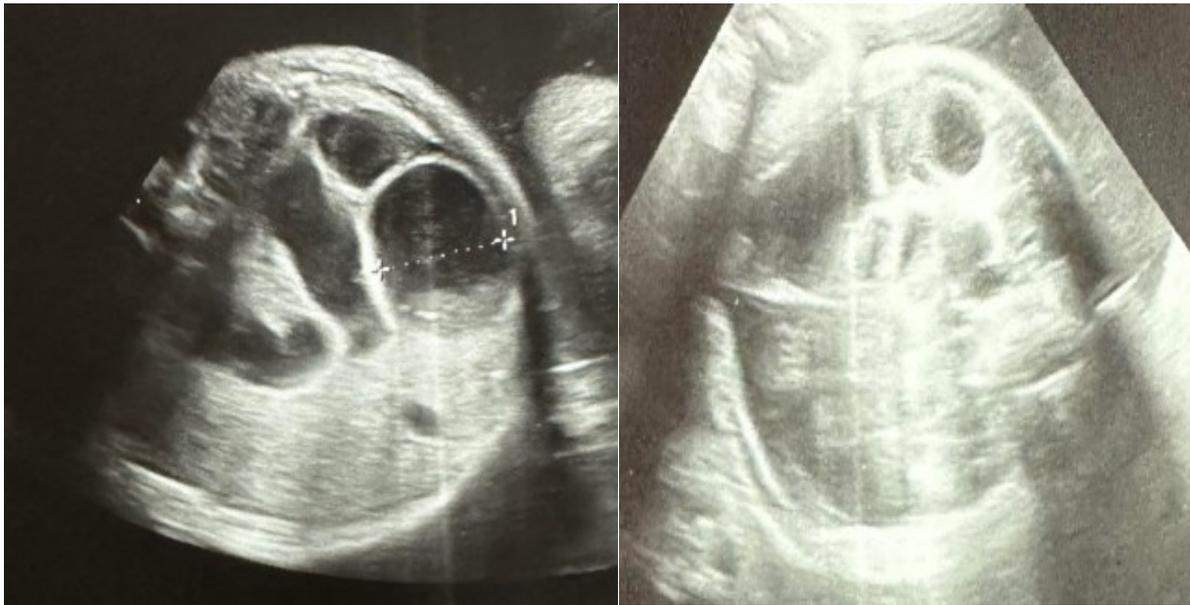
**Echo faite à 32 SA** : trouve une grossesse monofoetale évolutive, en présentation céphalique, biométrie correspondant à l'âge gestationnel

Morphologie : a trouvé une dilatation digestive probablement d'origine grélique arrivant à 30 mm avec paroi épaissie à 4 mm, pas de calcifications vus (figure 61)

Le reste de la morphologie RAS

Placenta antérieur non bas inséré

Liquide amniotique en quantité normale



*Figure 61 : dilatation digestive probablement d'origine grélique arrivant à 30 mm avec paroi épaissie à 4 mm , pas de calcifications vus.*

La patiente a accouché par voie basse a 39 SA , nouveau née de sexe masculin

❖ Examen clinique :

Examen général :

Nné rose tonique stable sur le plan HD et R apyretique

Examen abdominal :

Abdomen plat souple

SNG : ramenant la bile 20cc

Anus en place

Examen ORL : bon passage de la sonde NG pas atresie des choanes no  
œsophage

Pas de fente labiale ni patatine

Examen PP

Pas de rales

Examen CV:

B1B2 BIEN PERCUS PAS DE SOUFFLES

Examen OGE :

Verge sans anomalie testicule en place

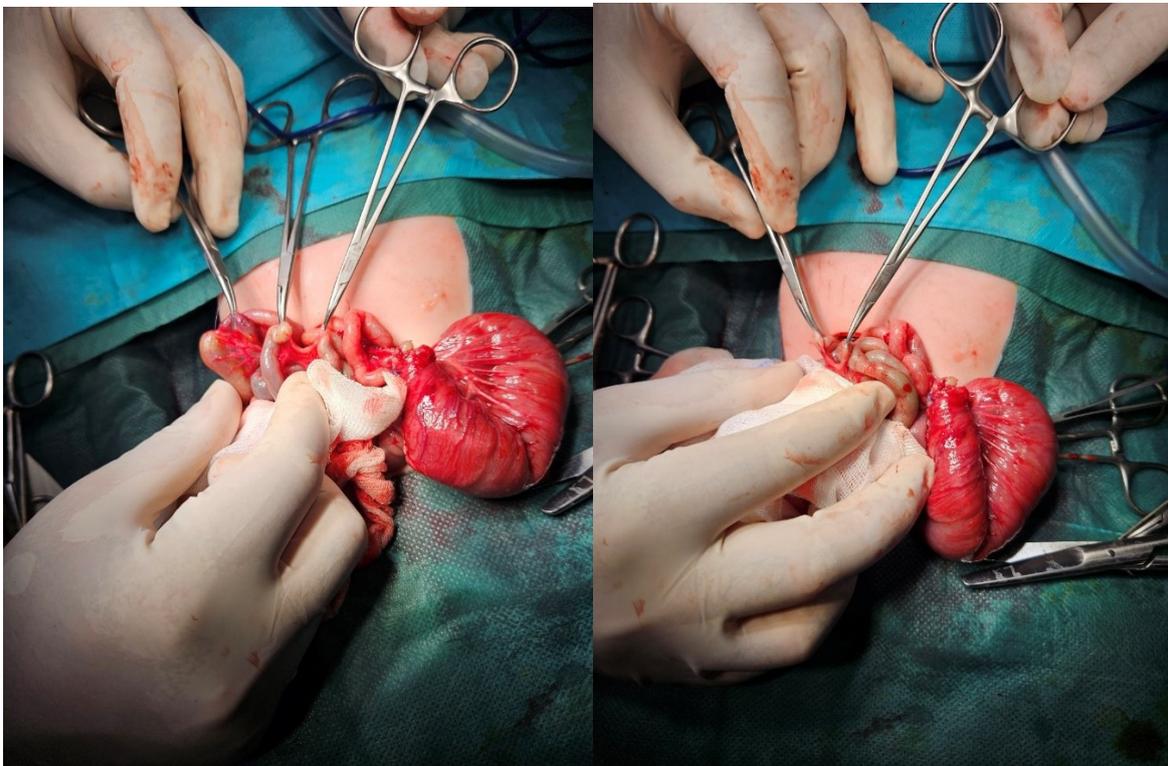
LE reste sans anomalie



*Figure 62 : ASP chez le nouveau née présentant une occlusion*

❖ **Exploration per opératoire**

- ⤴ L'exploration trouve une zone de disparité de calibre entre 3ème et 4ème anses jéjunales, avec présence d'atrésies étagées au nombre de 4 siègent respectivement au delà du 3ème, 8ème, 10ème anses jéjunales
- ⤴ Réalisation d'anastomose termino terminale avec remodelage de des anses dilatées
- ⤴ Test d'étanchéité
- ⤴ L'exploration du reste de l'abdominal était sans particularité



*Figure 63 : atrésies étagées*

Le bébé a bénéficié d'une alimentation parentérale pendant 2 jours , bébé a fait un sepsis sévère

Décédé a J3 post opératoire

### **Patiente N3**

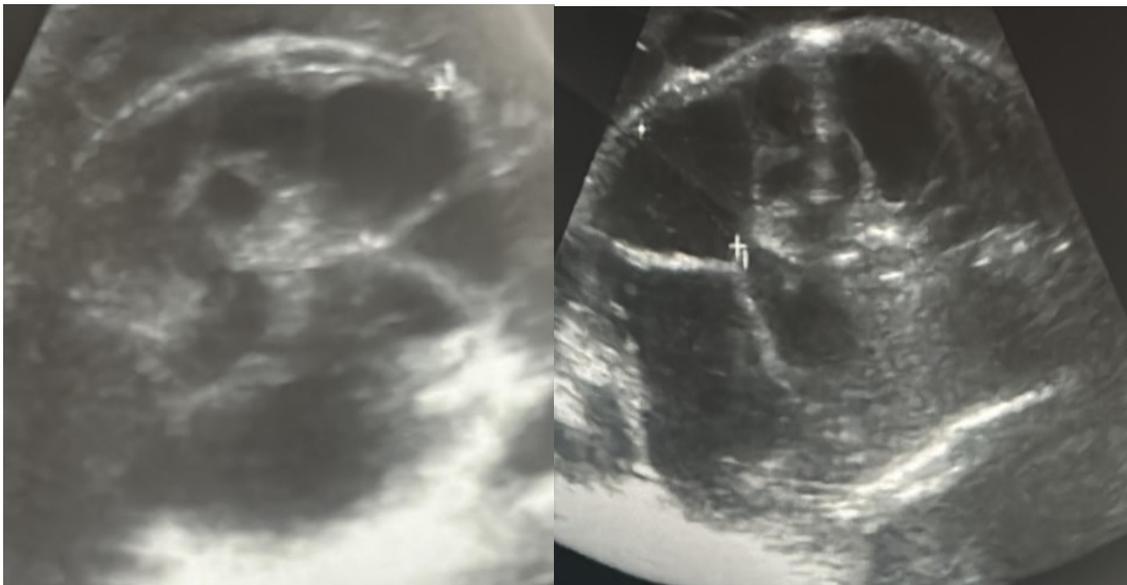
Patiente de 40 ans , G1P0 , ATCD : HTA depuis 2 ans sous traitement pas d'étiologie retenue + Diabète gestationnel sous traitement , grossesse mal suivie , admise chez nous à 34 SA pour suivi et PEC

Chez qui l'échographie faite a 34 SA a trouvé une dilatation digestive probablement d'origine grélique arrivant à 35 mm avec paroi épaissie à 3 mm , présence de quelques calcifications vus (figure 64)

Le reste de la morphologie RAS

Placenta antérieur non bas inséré

Liquide amniotique en quantité normale



***Figure 64 : une dilatation digestive probablement d'origine grélique arrivant à 35 mm avec paroi épaissie à 3 mm , présence de quelques calcifications vus***

La patiente a accouché par voie basse à 36 SA , nouveau née de sexe féminin

**Examen clinique :**

Ex général : patient rose tonique réactif stable sur le plan HD et R apyretique

Examen abdominal : abdomen distendu épreuve à la sonde - anus d'aspect normal en place

Examen pp : pas de rales

Examen CV : b1 b2 bien percus pas de souffles

Examen ORL : bon passage de la sonde ng pas d'atrésie de choanes ni oesophage pas de fentes labiale ni palatine

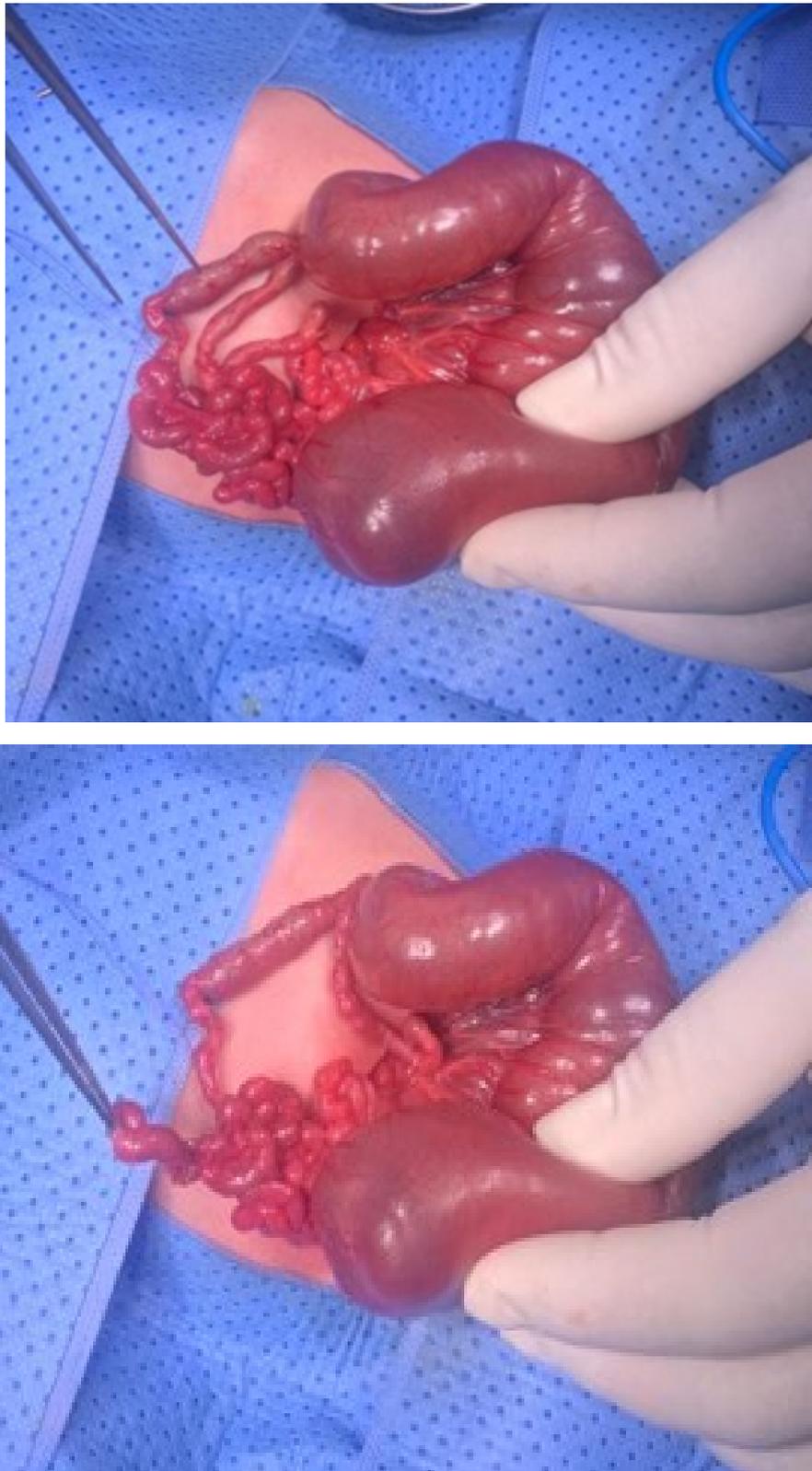
Examen OGE : testicules en place verge sans anomalie le reste sans anomalie ASP.



*Figure 65 : ASP*

❖ **Exploration per opératoire**

A objectivé une atrésie étagée à partir de la 5eme anse grêle qui était très dilatée résection de l'anse dilatée avec modelage du calibre au vicryl 5/0 renforcé par des points séparé résection des anses atrétiques au nombre de 6 anastomose termino-terminale au vicryl 5/0 test d etancheité fait pas de fuite.



*Figure 66 : image per opératoire de l'atrésie du grêle bébé ayant fait un sepsis a J4 post opératoire décédé*

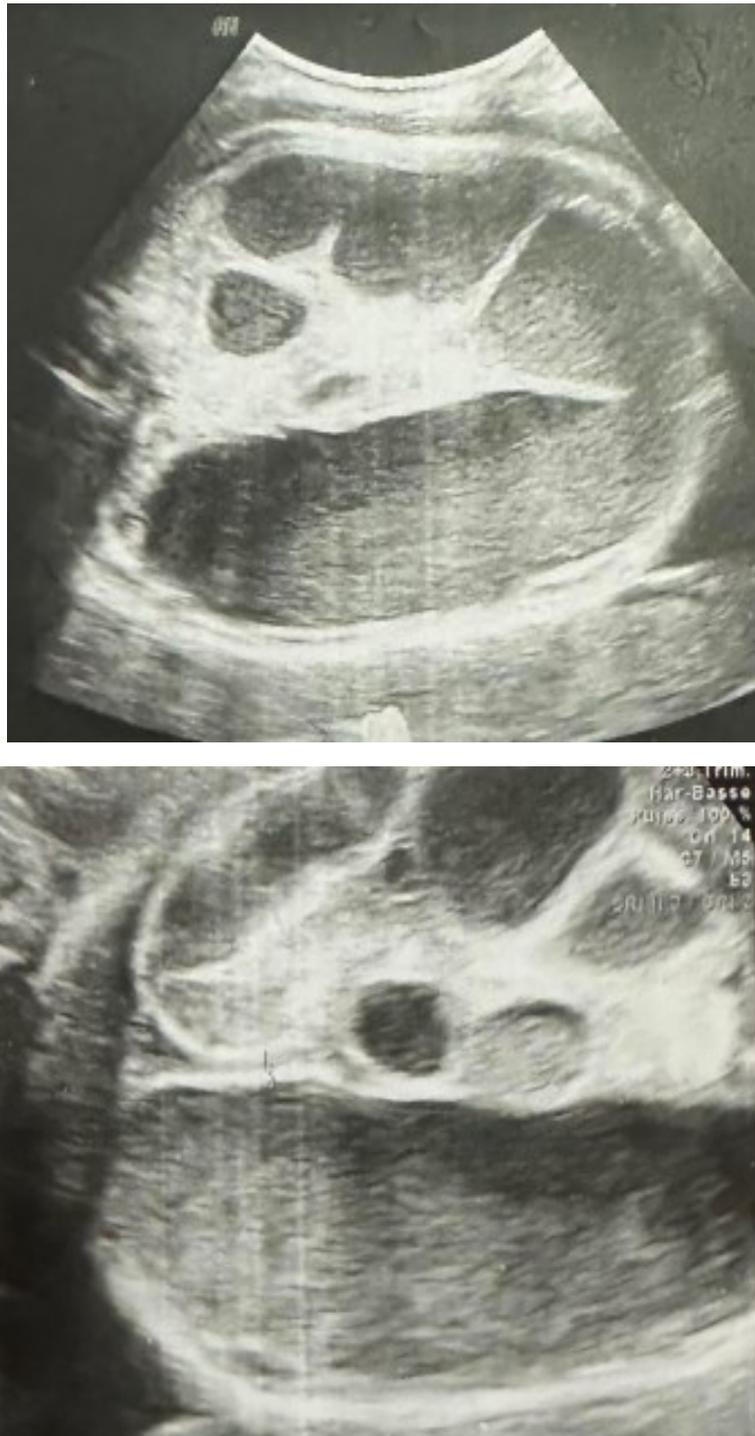
### **Patiente N4**

Patiente de 36 ans, sans ATCD G1P1, grossesse suivie au privé de déroulement normal selon la patiente jusqu'au jour de notre garde ou la patiente a consulté à terme pour modalités d'accouchement, avec découverte à l'échographie à terme d'une dilatation digestive.

Chez qui l'examen général est sans particularités

Examen obstétrical RAS

Echographie réalisé le jour de son admission : grossesse mono-fœtale évolutive en présentation céphalique, placenta fundique, liquide amniotique en quantité normale , biométrie correspond à l'âge , morphologie trouve une dilatation digestive importante arrivant a 50 mm paroi épaissie a 4 mm , pas de signes de péritonite



*Figure 67 : une dilatation digestive importante arrivant à 50 mm paroi épaissie a 4 mm, pas de signes de péritonite faisant suspecté une dilatation colique.*

Patiente ayant accouché à 39 SA +5 j Avec réalisation d'une ASP néonatale



*Figure 68 : ASP*

**Examen général** : bébé rose, tonique et réactif réflexes archaïques présents apyrétique avec un P=3075 g PC 36 cm.

**Examen abdominale** : abdomen légèrement distendu, souple sans HSM ni de masse palpable. Pas d'émission de méconium.

Epreuve à la sonde négative

**Examen cardio vasculaire** : B1 et B2 perçus et réguliers sans anomalie perçue

**Examen pleuro pulmonaire** : thorax de morphologie normale, ample à la respiration MV audible sans anomalie associée.

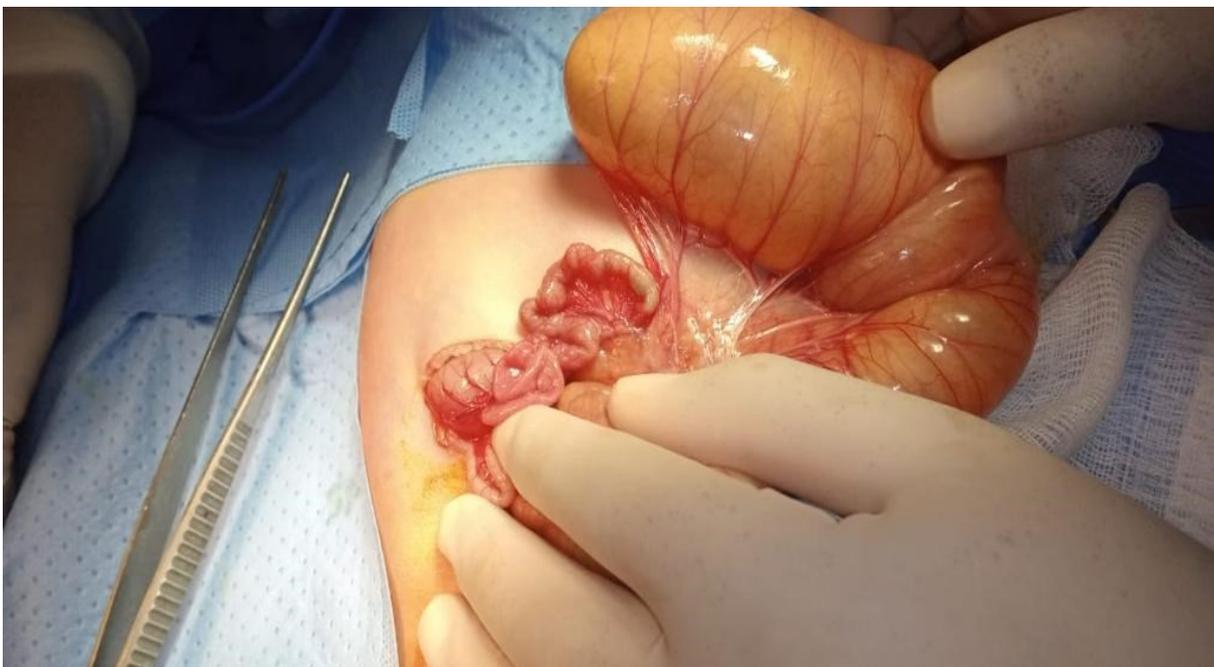
**Examen des organes génitaux externes et du périnée** : bébé de sexe masculin, les deux testicules sont en intra scrotal pas d'anomalie d'abouchement du méat urétral.

Le reste du bilan malformatif clinique : pas d'atrésie des choanes, pas d'atrésie de l'œsophage, pas de MAR)

❖ **L'exploration per opératoire**

Exploration trouve une atrésie de grêle proximale type complète avec une atrésie sur l'anse grélique en aval type diaphragmatiques

Après résection de l'anse atrésique , Réalisation d'anastomose termino terminale après remodelage



*Figure 69 : une atrésie de grêle proximale type complète avec une atrésie sur l'anse grélique en aval type diaphragmatiques*

Suivi post opératoire : bébé a reçu une alimentation parentérale pendant 15 jours, puis une alimentation entérale prise a J15, déclaré sortant a J30 du post opératoire Bébé âgé actuellement de 1 an, de bon développement psychomoteur.

**Patiente N5 :**

29 ans , G4P3 ( 3 enfants vivants accouché par voie basse ) , grossesse suivi au centre de santé de déroulement apparemment normale, n'ayant pas bénéficié d'échographies au cours de son suivi , admise a 38 SA pour douleurs abdomino pelviennes a type de contractions utérines

Examen général sans particularités

Examen obstétrical trouvait une patiente en travail

Echo faite aux urgences : grossesse mono-fœtale évolutive en présentation céphalique , placenta fundique , liquide amniotique en quantité normale , biométrie correspond à l'âge gestationnel ,

Morphologie : présence d'une dilatation digestive probablement d'origine grélique arrivant à 35 mm avec paroi épaissie à 3 mm , pas de calcifications vus( figure 70)



*Figure 70 : dilatation digestive probablement d'origine grélique arrivant à 35 mm avec paroi épaissie à 3 mm , pas de calcifications vus*

Patiente ayant accouché à 39 SA

**Examen clinique :**

Examen général : bébé conscient , rose tonique et réactif, stable sur le plan HD et respiratoire, sature correctement à l'air ambiant , PDN à 4200g

Examen abdominal : trouve un abdomen distendu, avec CVC, sans individualisation de masse

Examen périnéal et des OGE : bébé de sexe masculin , hydrocèle en bilatérale, anus en place , absence d'émission du méconium, epreuve à la sonde négative avec une sonde qui butte à 5 cm

Examen cardio vasculaire : b1 b2 bien perçu, pas de souffle à l'auscultation , pouls présent et symétrique

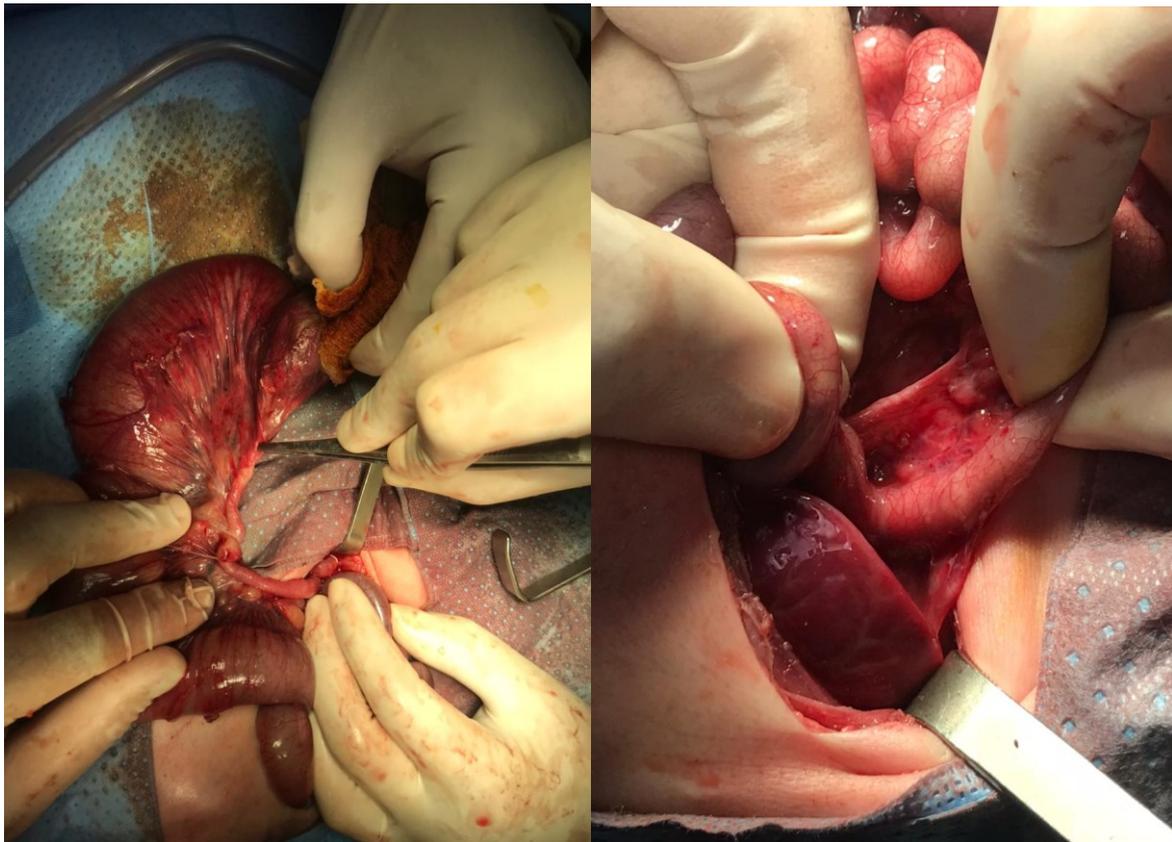
Examen pleuro pulmonaire : thorax de morphologie normale, pas de râles à l'auscultation

Le reste de l'examen somatique est sans particularités

### L'exploration per op

- ⤴ Exploration trouve une perforation grêlique de la 4eme anse qui etait souffrante, sur une atrésie cordonale, entourée par une capsule ,avec un volvulus de cul de sac proximal sur axe mésentérique ,et qui été souffrant .avec un cul de sac distale non sollicité .
- ⤴ Réalisation d'une stomie vu l'ehd qui était instable, après resection de l'anse souffrante (4eme anse)





*Figure 71 : une perforation grêlique de la 4eme anse qui etait souffrante, sur une atrésie cordonale, entourée par une capsule ,avec un volvulus de cul de sac proximal sur axe mésentérique ,et qui été souffrant .avec un cul de sac distale non sollicité .*

Suivi post opératoire : bébé a présenté une instabilité hémodynamique en post opératoire, mis sous drogues et Antibiotique décédé à H7 Post opératoire

## **E. Résultats de notre étude**

### **1. Objectif principal : Comparaison des diagnostics anté- et postnataux.**

- ▲ Les 5 diagnostics ont été portés au 3<sup>e</sup> trimestre.
- ▲ Le diagnostic anténatal supposé a été fait dans 4 cas sur 5 .
- ▲ Des calcifications intraabdominales témoignant d'une péritonite méconiale ancienne ont été vues dans 1 seul cas.
- ▲ Il n'y a pas eu d'autre signe de complication digestive vu en anténatal.

- ▲ Aucune de notre patiente n'a pu réaliser l'IRM
- ▲ Le terme de naissance a été au-delà de 34sa dans les 5 cas
- ▲ La 1<sup>ère</sup> chirurgie a eu lieu entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>e</sup> jour de vie extra-utérine . .
- ▲ Les complications décrites en anténatales ont été confirmées en post natal sur 1 cas.
- ▲ Le mécanisme anatomique sous-jacent a été plus complexe que prévu dans le cas n°5 avec présence de volvulus .
- ▲ La présence d'atrésies multiples sur le grêle en distalité de l'obstacle a été constatée dans les cas n°1 et 3.

## **2. Objectif secondaire : quelle mortalité et morbidité néonatale ?**

- ▲ Dans notre série : 3 nouveau nées sur 5 ont décédé
- ▲ La croissance staturopondérale a été satisfaisante à 6 mois de vie dans les 2 cas restants

## **F. Discussion de l'étude**

### **1. Confrontation des diagnostics anté- et postnataux de notre série aux données de la littérature**

#### **❖ Terme de découverte :**

Dans l'étude EUROCAT(128), sur 25 cas d'obstacles du grêles (de niveau non relevé) vus en anténatal, 8 ont été vus avant 24SA et 17 après 25SA. Cette étude, tout comme l'étude de Corteville et al (30), en comparant obstacle duodénal, grêlique et colique, ne pouvait pas affirmer qu'un obstacle grêlique distal est significativement découvert plus tard en échographie qu'un obstacle grêlique proximal : en effet, il ressort surtout de ces deux études que la sensibilité de détection de l'échographie de

dépistage diminuait significativement pour un obstacle colique par rapport à un obstacle grêlique.

Dans notre série de dilatations anténatales, la plupart de nos cas d'obstacle du grêle sont distaux et découverts au 3<sup>e</sup> trimestre.

## **2. Morbi-mortalité néonatale de notre série**

### **❖ Terme de naissance :**

Dans l'étude EUROCAT(128), la médiane de naissance était de 37SA également [31-40] dans les obstacles du grêle.

Dans notre série, on note que les 5 cas sont nés au-delà de 34SA.

### **❖ Suivi des atrésies du grêle sans volvulus**

L'étude de Dalla Vecchia et al(81), apporte des éléments de comparaison mais malheureusement le schéma de l'étude est très différent : il s'agit d'une série chirurgicale postnatale de 128 cas d'atrésie jéjunoiléale (dont 34 volvulus et 21 laparoschisis). Cette série a été publiée en 1998 et a été rétrospective sur 25 ans, seuls 37 cas ont été suspectés en échographie anténatale. Le moment et le nombre d'interventions n'ont pas été relevé. Il y avait 24 cas de malrotations et 31 cas d'atrésies multiples. Une résection digestive a été faite dans 97 cas sur 128. La longueur du grêle restant n'a pas été relevée, mais 32 patients ont eu un syndrome du grêle court post-opératoire. Il y a eu un décès peropératoire, et 20 décès avec une médiane de 5 mois de vie. Parmi ces 20 décès, 14 avait un syndrome du grêle court et 16 un sepsis. Le nombre de jours d'alimentation parentérale des cas hors syndrome du grêle court n'est pas relevé. La croissance n'a pas été évaluée.

Dans la série de Rubio et al (79), (on rappelle que cette série a été construite pour évaluer l'apport de l'IRM), sur 12 cas d'obstacle du grêle, dont 8 cas d'atrésies jéjunale, il y avait 4 cas d'atrésies multiples dont 3 ont eu un syndrome du grêle court.

Dans notre série, on n'a eu 3 décès , et 2 nouveau nées ont survécu

### **3. Limites liées au schéma de l'étude :**

Il s'agit d'une étude mono-centrique.

Notre objectif principal était d'évaluer la pertinence postnatale des descriptions anténatales faites par les imageurs. Nous avons peu de cas et cela s'explique par un recrutement en accord avec cet objectif :

-Le recrutement est constitué uniquement de cas vus dans le service d'imagerie anténatale. Nous n'avons pas pris en compte les cas dont le diagnostic anténatal a été fait hors centre même si la chirurgie a été faite dans notre centre, en raison de la difficulté d'avoir des données anténatales fiables.

Cette étude avait pour but secondaire d'étudier le devenir postnatal des enfants dont le diagnostic et l'évaluation avaient pu être réalisés en prénatal de façon complète.

Les faibles effectifs dans chaque sous-groupe ne nous permettent pas d'établir s'il existe une différence de prise en charge et de pronostic, lorsque l'équipe pédiatrique est mieux préparée à l'accueil de l'enfant.

## CONCLUSION :

Le diagnostic de l'atrésie iléale se fait en postnatal mais la découverte anténatale est possible grâce à l'échographie obstétricale réalisée en 2 et 3ème trimestre. L'intérêt de diagnostic anténatal de cette pathologie réside dans la rapidité de la prise en charge chirurgicale dans le post natal immédiat vue qu'elle est une extrême urgence.

Il persiste un défi en imagerie anténatale : comment évaluer la longueur d'intestin intact à disposition du chirurgien pédiatre ? Pour répondre à ce défi, l'optimisation de la réalisation et de l'interprétation de l'IRM fœtale doit être une priorité des imageurs du fœtus et de l'enfant (142). Ceci afin de contribuer efficacement aux discussions propres aux réunions pluridisciplinaires sur la prise en charge personnalisée de ces fœtus bien particuliers, à la fois in utero et ex utero.

Malheureusement faute de moyens ou vu le délai de consultation tardif , toutes nos patientes n'ont pas pu réaliser d'IRM anténatales .

## **RESUME**

### **Objectif :**

La pathologie digestive obstructive jéjuno iléale est relativement peu étudiée en anténatal par rapport à l'atrésie de l'œsophage et du duodénum et ceci du fait de sa rareté

En effet , elle constitue une faible part avec une incidence de 1 pour 5000 cas. Elle peut être suspectée et diagnostiquée échographiquement à la fin du deuxième et troisième trimestre. La concertation obstétrico-chirurgicale constitue ici la clé du succès . Sa prise en charge est chirurgicale et est généralement de mauvais pronostic si il y'a des sténoses étagées. L'objectif principal de notre étude est d'évaluer la pertinence des diagnostics portés sur les dilatations digestives iléo jéjunales vues en période anténatale, en corrélant ces données aux diagnostics portés en postnatal. Les objectifs secondaires sont d'observer la morbidité et la mortalité néonatale de ces enfants anténatal

### **Méthode :**

Il s'agit d'une étude observationnelle rétrospective mono-centrique portant sur les dilatations digestives iléo jéjunales de diagnostic anténatal réalisées entre le 01 Janvier 2011 et le 01 janvier 2024 au Hassan II de Fes . En anténatal, les données d'imagerie permettant le diagnostic principal supposé ont été colligées. En postnatal, le diagnostic chirurgical peropératoire a fait foi pour comparaison aux diagnostics anténataux, et le devenir des nouveaux -nés a été observé jusqu'à 6 mois de vie.

**Résultat :**

5 cas ont été inclus. Pour les atrésies jéjunale et iléales , nous avons mis en évidence la difficulté de faire la différence entre ces deux entités en anténatal et la difficulté à dépister des atrésies multiples grevant le pronostic ; néanmoins le diagnostic du niveau d'obstacle est faisable notamment grâce à l'IRM , malheureusement faute de moyen aucune de nos patiente n'a pu réalisé une IRM anténatale . Notre étude a montré les limites actuelles du diagnostic anténatal : le dépistage des atrésies multiples et l'analyse du tube digestif en distalité de l'obstacle, précieux dans les catégories des volvulus.

A travers la discussion nous mettrons en avant les signes échographiques en anténatale , l'intérêt de réalisation d'IRM anténatales afin de poursuivre le développement d'une imagerie anténatale pertinente pour les chirurgiens pédiatres, et de contribuer à adapter la prise en charge des enfants à naître , ainsi que le pronostic de ses enfants

**Mots-clés :**

Dilatation digestive jéjunales et iléales, IRM fœtale abdominale, chirurgie, pronostic.

## REFERENCES

1. Touloukian RJ, Smith GJ. Normal intestinal length in preterm infants. *J Pediatr Surg.* 1983 Dec;18(6):720-3. PubMed PMID: 6663398.
2. Dale R, Cyr LAM, Steven A, Schoenecker, Randall M, Pattern, Thomas H, Shepard, William P, Shuman, Albert A, Moss. Bowel migration in the normal foetus : US detection. *Radiology.* 1986 (161):119-21.
3. Metzger R, Metzger U, Fiegel HC, Kluth D. Embryology of the midgut. *Semin Pediatr Surg.* 2011 Aug;20(3):145-51. PubMed PMID: 21708334.
4. Blaas HG, Eik-Nes SH. Sonographic development of the normal foetal thorax and abdomen across gestation. *Prenat Diagn.* 2008 Jul;28(7):568-80. PubMed PMID: 18634117.
5. Cullen MT, Green J, Whetham J, Salafia C, Gabrielli S, Hobbins JC. Transvaginal ultrasonographic detection of congenital anomalies in the first trimester. *Am J Obstet Gynecol.* 1990 Aug;163(2):466-76. PubMed PMID: 2201187.
6. Parulekar SG. Sonography of normal fetal bowel. *J Ultrasound Med.* 1991 Apr;10(4):211-20. PubMed PMID: 2051534.
7. Hyett J. Intra-abdominal masses: prenatal differential diagnosis and management. *Prenat Diagn.* 2008 Jul;28(7):645-55. PubMed PMID: 18567068.
8. Moon MH, Cho JY, Kim JH, Min JY, Yang JH, Kim MY. In-utero development of the fetal anal sphincter *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* Volume 35, Issue 5. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2010 01; 35(5):[556-9 pp.]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.7598/abstract>.
9. Lopez Ramon y Cajal C, Martinez Ocampo R. In-utero defecation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002 (19):531.

10. Nyberg DA, Mack LA, Patten RM, Cyr DR. Fetal bowel. Normal sonographic findings. *J Ultrasound Med.* 1987 Jan;6(1):3-6. PubMed PMID: 3546721.
11. R.Heydanus MCS, J.W.Wladimiroff. Prenatal ultrasonic diagnosis of obstructive bowel disease : a retrospective analysis. . *Prenat Diagn.* 1994;14:1035-41.
12. Fonkalsrud EW, DeLorimier AA, Hays DM. Congenital atresia and stenosis of the duodenum. A review compiled from the members of the Surgical Section of the American Academy of Pediatrics. *Pediatrics.* 1969 Jan;43(1):79-83. PubMed PMID: 4236815.
13. Safra MJ, Oakley GP, Erickson JD. Descriptive epidemiology of small-bowel atresia in metropolitan Atlanta. *Teratology.* 1976 Oct;14(2):143-9. PubMed PMID: 136055.
14. Miro J, Bard H. Congenital atresia and stenosis of the duodenum: the impact of a prenatal diagnosis. *Am J Obstet Gynecol.* 1988 Mar;158(3 Pt 1):555-9. PubMed PMID: 3279785.
15. Romero R, Ghidini A, Costigan K, Touloukian R, Hobbins JC. Prenatal diagnosis of duodenal atresia: does it make any difference? *Obstet Gynecol.* 1988 May;71(5):739-41. PubMed PMID: 3282192.
16. Samuel N, Dicker D, Feldberg D, Goldman JA. Ultrasound diagnosis and management of fetal intestinal obstruction and volvulus in utero. *J Perinat Med.* 1984;12(6):333-7. PubMed PMID: 6398361.
17. Hemming V, Rankin J. Small intestinal atresia in a defined population: occurrence, prenatal diagnosis and survival. *Prenat Diagn.* 2007 Dec;27(13):1205-11. PubMed PMID: 17994616.

18. J.H. Louw CNB. Congenital intestinal atresia : observations on its origin. *The Lancet*. 1955 (6899):1065-7.
19. Adams SD, Stanton MP. Malrotation and intestinal atresias. *Early Hum Dev*. 2014 Dec;90(12):921-5. PubMed PMID: 25448782.
20. Virgone C, D'Antonio F, Khalil A, Jonh R, Manzoli L, Giuliani S. Accuracy of prenatal ultrasound in detecting jejunal and ileal atresia: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2015 May;45(5):523-9. PubMed PMID: 25157626.
21. Mansoor H, Kanwal N, Shaukat M. Atresia of the ascending colon: a rarity. *APSP J Case Rep*. 2010 Jan;1(1):3. PubMed PMID: 22953246. Pubmed Central PMCID: PMC3417987.
22. Anderson N.,Robertson R. Prenatal diagnosis of colon atresia. *Pediatr Radiol*. 1993 (23):63-4.
23. Wang C, Li L, Cheng W. Anorectal malformation: the etiological factors. *Pediatr Surg Int*. 2015 Sep;31(9):795-804. PubMed PMID: 25899933.
24. Pohl-Schickinger A, Henrich W, Degenhardt P, Bassir C, Hüseman D. Echogenic foci in the dilated fetal colon may be associated with the presence of a rectourinary fistula *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* Volume 28, Issue 3. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2006 01; 28(3):[341-4 pp.]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.2852/abstract>.
25. Mandell J, Lillehei CW, Greene M, Benacerraf BR. The prenatal diagnosis of imperforate anus with rectourinary fistula: dilated fetal colon with enterolithiasis. *J Pediatr Surg*. 1992 Jan;27(1):82-4. PubMed PMID: 1552452.

26. Anderson S, Savader B, Barnes J, Savader S. Enterolithiasis with imperforate anus. Report of two cases with sonographic demonstration and occurrence in a female. *Pediatr Radiol*. 1988;18(2):130-3. PubMed PMID: 3281111.
27. Ochoa JH, Chiesa M, Vildoza RP, Wong AE, Sepulveda W. Evaluation of the perianal muscular complex in the prenatal diagnosis of anorectal atresia in a high-risk population. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2012 May;39(5):521-7. PubMed PMID: 21728206.
28. Keckler SJ, St Peter SD, Valusek PA, Tsao K, Snyder CL, Holcomb GW, 3rd, et al. VACTERL anomalies in patients with esophageal atresia: an updated delineation of the spectrum and review of the literature. *Pediatr Surg Int*. 2007 Apr;23(4):309-13. PubMed PMID: 17377826.
29. O.Prodhomme DF, J-M Faure, M.Saguintaah, C.Baud, N.Bécharde-Sevette, J.Bolivar-Perrin, S.David, I.Taleb-Arrada, P.Borrego, N.Kalfa, A.Couture. Le Choc des images, le poids des mots : une interprétation de la réalité (volvulus, malrotation, laparoschisis, MAR...): Sauramps Medical; 2015.
30. Corteville JE, Gray DL, Langer JC. Bowel abnormalities in the fetus--correlation of prenatal ultrasonographic findings with outcome. *Am J Obstet Gynecol*. 1996 Sep;175(3 Pt 1):724-9. PubMed PMID: 8828441.
30. Has R, Gunay S. ?Whirlpool? sign in the prenatal diagnosis of intestinal volvulus *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* Volume 20, Issue 3. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2002 01; 20(3):[307-8 pp.]. Available from: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.14690705.2002.00779\\_4.x/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.14690705.2002.00779_4.x/abstract).

31. Grosjean F, Mousty E, Faure J, Couture A, Boulot P. P19.08 Antenatal diagnosis of midgut volvulus: using ultrasound and MRI, *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* Volume 40, Issue S1.
32. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2012 01; 40(S1):[245– pp.]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.12025/abstract>.
33. Hsun-Chin Chao M-SK, Ju-Yi Chen, Syh-Jae Lin, Jer-Nan Lin. Sonographic Features Related to Volvulus in Neonatal Intestinal Malrotation. *J Ultrasound Med* 19:371–376, 2000 . 2000;19:371–6.
34. Raheison R, Grosos C, Lemale J, Blondiaux E, Sabourdin N, Dahan S, et al. [Prenatal intestinal volvulus: A life-threatening event with good long-term outcome]. *Arch Pediatr*. 2012 Apr;19(4):361–7. PubMed PMID: 22386845. Volvulus prenatal du grele : risque vital immédiat mais bon pronostic a long terme.
35. Takacs ZF, Meier CM, Solomayer EF, Gortner L, Meyberg-Solomayer G. Prenatal diagnosis and management of an intestinal volvulus with meconium ileus and peritonitis. *Arch Gynecol Obstet*. 2014 Aug;290(2):385–7. PubMed PMID: 24682585.
36. Carlyle BE, Borowitz DS, Glick PL. A review of pathophysiology and management of fetuses and neonates with meconium ileus for the pediatric surgeon. *J Pediatr Surg*. 2012 Apr;47(4):772–81. PubMed PMID: 22498395.
37. Aulagne B, Harper L, Maurel A, Mazouzi S, Ramful D, De Napoli-Cocci S, et al. SFCP-P35 - Chirurgie viscérale - Prise en charge chirurgicale en un temps du syndrome d'Apple peel. *Arch Pediatr*. 2008;15(5):913–4.
38. John C. Leonidas RAA, Keith W. Ashcraft, Richard A. Fellows. Duodenojejunal Atresia with "Apple-Peel" Small Bowel. *Radiology*. 1976 (118: 661–665):661–5.

39. Mastroiacovo P, Lisi A, Castilla EE, Martinez-Frias ML, Bermejo E, Marengo L, et al. Gastroschisis and associated defects: an international study. *Am J Med Genet A*. 2007 Apr 1;143A(7):660-71. PubMed PMID: 17357116.
40. Tawil A, Comstock CH, Chang Ch CH. Prenatal closure of abdominal defect in gastroschisis: case report and review of the literature. *Pediatr Dev Pathol*. 2001 Nov-Dec;4(6):580-4. PubMed PMID: 11826366.
41. Davenport M, Haugen S, Greenough A, Nicolaidis K. Closed gastroschisis: Antenatal and postnatal features. *J Pediatr Surg*. 2001 Dec;36(12):1834-7. PubMed PMID: 11733918.
42. Salomon LJ, Mahieu-Caputo D, Jouvett P, Jouannic JM, Benachi A, Grebille AG, et al. Fetal home monitoring for the prenatal management of gastroschisis. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2004 Nov;83(11):1061-4. PubMed PMID: 15488122.
43. D'Antonio F, Virgone C, Rizzo G, Khalil A, Baud D, Cohen-Overbeek TE, et al. Prenatal Risk Factors and Outcomes in Gastroschisis: A Meta-Analysis. *Pediatrics*. 2015 Jul;136(1):e159-69. PubMed PMID: 26122809.
44. Japaraj RP, Hockey R, Chan FY. Gastroschisis: can prenatal sonography predict neonatal outcome? *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2003 Apr;21(4):329-33. PubMed PMID: 12704738.
45. Meller C, Barrio MG, Aiello H, Otano L. Comment on "secondary bladder herniation in isolated gastroschisis justifies increased surveillance". *Prenat Diagn*. 2014 Mar;34(3):302-3. PubMed PMID: 24585529.
46. Mousty E, Chalouhi GE, El Sabbagh A, Khen-Dunlop N, Kuleva M, Salomon LJ, et al. Secondary bladder herniation in isolated gastroschisis justifies increased surveillance. *Prenat Diagn*.

2012 Sep;32(9):888–92. PubMed PMID: 22718102.

47. Vegunta RK, Wallace LJ, Leonardi MR, Gross TL, Renfroe Y, Marshall JS, et al. Perinatal management of gastroschisis: analysis of a newly established clinical pathway. *J Pediatr Surg*. 2005 Mar;40(3):528–34. PubMed PMID: 15793730.
48. Abuhamad AZ, Mari G, Cortina RM, Croitoru DP, Evans AT. Superior mesenteric artery Doppler velocimetry and ultrasonographic assessment of fetal bowel in gastroschisis: a prospective longitudinal study. *Am J Obstet Gynecol*. 1997 May;176(5):985–90. PubMed PMID: 9166156.
49. Molik KA, Gingalewski CA, West KW, Rescorla FJ, Scherer LR, Engum SA, et al. Gastroschisis: a plea for risk categorization. *J Pediatr Surg*. 2001 Jan;36(1):51–5. PubMed PMID: 11150437.
50. Jeffrey C, Livingston ME, Lesley Breech, Timothy M. Crombleholme, Alberto Peña MAL. Persistent Cloaca. A 10-Year Review of Prenatal Diagnosis. *J Ultrasound Med*. 2012 (31):403–7.
51. Dannull K, Sung J. Cloacal dysgenesis diagnosis by prenatal ultrasound and MRI. *Pediatr Radiol*. 2014 Feb;44(2):230–3. PubMed PMID: 24042433.
52. Poggiani C, Auriemma A, Menghini P, Lando B, Bonhoeffer P, Colombo A. Darrow-Gamble disease: ultrasonographic and radiographic findings. *Pediatr Radiol*. 1993;23(1):65–6. PubMed PMID: 8469600.
53. Amat S, Czerkiewicz I, Benoist JF, Eurin D, Fontanges M, Muller F. Isolated hyperechoic fetal colon before 36 weeks' gestation reveals cystinuria *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* Volume 38, Issue 5. *Ultrasound Obstet Gynecol*

[Internet]. 2011 01; 38(5):[543-7 pp.]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.8917/abstract>.

54. Brasseur-Daudruy M, Garel C, Brossard V, Broux F, Heckettsweiler B, Eurin D. Hyperechogenic colon: a prenatal sign of cystinuria? *Prenat Diagn*. 2006 Dec;26(13):1254-5. PubMed PMID: 17089441.
55. Bulas D, Egloff A. Benefits and risks of MRI in pregnancy. *Semin Perinatol*. 2013 Oct;37(5):301-4. PubMed PMID: 24176150.
56. Karen M. Wieseler MPB, MBBS, DNB · Kalpana M. Kanal, PhD · Sandeep Vaidya, MD · Brent K. Stewart, PhD · Manjiri K. Dighe, MD. Imaging in Pregnant Patients: Examination Appropriateness. *Radiographics*. (30):1215-33.
57. Kok RD, de Vries MM, Heerschap A, van den Berg PP. Absence of harmful effects of magnetic resonance exposure at 1.5 T in utero during the third trimester of pregnancy: a follow-up study. *Magn Reson Imaging*. 2004 Jul;22(6):851-4. PubMed PMID: 15234454.
58. De Wilde JP, Rivers AW, Price DL. A review of the current use of magnetic resonance imaging in pregnancy and safety implications for the fetus. *Prog Biophys Mol Biol*. 2005 Feb-Apr;87(23):335-53. PubMed PMID: 15556670.
59. Reeves MJ, Brandreth M, Whitby EH, Hart AR, Paley MN, Griffiths PD, et al. Neonatal cochlear function: measurement after exposure to acoustic noise during in utero MR imaging. *Radiology*. 2010 Dec;257(3):802-9. PubMed PMID: 20876389.
60. Tremblay E, Therasse E, Thomassin-Naggara I, Trop I. Quality initiatives: guidelines for use of medical imaging during pregnancy and lactation. *Radiographics*. 2012 May-Jun;32(3):897-911.

PubMed PMID: 22403117.

61. Cappell MS, Friedel D. Abdominal pain during pregnancy. *Gastroenterol Clin North Am.* 2003 Mar;32(1):1-58. PubMed PMID: 12635413.
62. Furey E BA, Twickler D. Fetal MR Imaging of Gastrointestinal Abnormalities. *Radiographics.* 2016 (36):904-17.
63. Inaoka T, Sugimori H, Sasaki Y, Takahashi K, Sengoku K, Takada N, et al. VIBE MRI for evaluating the normal and abnormal gastrointestinal tract in fetuses. *AJR Am J Roentgenol.* 2007 Dec;189(6):W303-8. PubMed PMID: 18029839.
64. .Shinmoto Hiroshi MKK, MD • Yuji Yuasa, MD • Akihiro Tanimoto, MD • Yasuhide Morikawa, MD • Hitoshi Ishimoto, MD Yasunori Yoshimura, MD • Kyoichi Hiramatsu, MD. MR Imaging of Non-CNS Fetal Abnormalities: A Pictorial Essay. *Radiographics.* 2000 (20):1227-43.
65. Webb JA, Thomsen HS, Morcos SK, Members of Contrast Media Safety Committee of European Society of Urogenital R. The use of iodinated and gadolinium contrast media during pregnancy and lactation. *Eur Radiol.* 2005 Jun;15(6):1234-40. PubMed PMID: 15609057.
66. CIRTACI. Utilisation des produits de contraste et grossesse. 2005.
67. Gadolinium (Centre de Référence des Agents Tératogènes). 2016.
68. Karen Y. Oh VHJR, Matthias C. Schabel, Kevin L. Grove, Mark Woods, Antonio E. Frias. Gadolinium Chelate Contrast Material in Pregnancy: Fetal Biodistribution in the Nonhuman Primate. *Radiology.* 2015;276(1).
69. Scott B. Reeder, Vikas Gulani. Gadolinium Deposition in the Brain: Do We Know Enough to Change Practice? *Radiology.* 2016;279(1):323-6. PubMed PMID: 22242035. Pubmed Central PMCID: PMC3254009.

70. Brugger PC, Prayer D. Fetal abdominal magnetic resonance imaging. *Eur J Radiol.* 2006 Feb;57(2):278–93. PubMed PMID: 16388926.
71. Huisman TA, Kellenberger CJ. MR imaging characteristics of the normal fetal gastrointestinal tract and abdomen. *Eur J Radiol.* 2008 Jan;65(1):170–81. PubMed PMID: 17374467.
72. Saguintaah M, Couture A, Veyrac C, Baud C, Quere MP. MRI of the fetal gastrointestinal tract. *Pediatr Radiol.* 2002 Jun;32(6):395–404. PubMed PMID: 12029338.
73. Righetti C, Peroni DG, Pietrobelli A, Zancanaro C. Proton nuclear magnetic resonance analysis of meconium composition in newborns. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2003 Apr;36(4):498–501. PubMed PMID: 12658044.
74. Veyrac C, Couture A, Saguintaah M, Baud C. MRI of fetal GI tract abnormalities. *Abdom Imaging.* 2004 Jul–Aug;29(4):411–20. PubMed PMID: 15136891.
75. Zizka J, Elias P, Hodik K, Tintera J, Juttnerova V, Belobradek Z, et al. Liver, meconium, haemorrhage: the value of T1-weighted images in fetal MRI. *Pediatr Radiol.* 2006 Aug;36(8):792801. PubMed PMID: 16799788.
76. Garel C, Dreux S, Philippe-Chomette P, Vuillard E, Oury JF, Muller F. Contribution of fetal magnetic resonance imaging and amniotic fluid digestive enzyme assays to the evaluation of gastrointestinal tract abnormalities. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006 Sep;28(3):282–91. PubMed PMID: 16888705.
77. Colombani M, Ferry M, Garel C, Cassart M, Couture A, Guibaud L, et al. Fetal gastrointestinal MRI: all that glitters in T1 is not necessarily colon. *Pediatr Radiol.* 2010 Jul;40(7):1215–21. PubMed PMID: 20052463.

78. Carcopino X, Chaumoitre K, Shojai R, Panuel M, Boubli L, D'Ercole C. Use of fetal magnetic resonance imaging in differentiating ileal atresia from meconium ileus. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2006 01; 28(7):[976-7 pp.]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.3827/abstract>.
79. Rubio EI, Blask AR, Badillo AT, Bulas DI. Prenatal magnetic resonance and ultrasonographic findings in small-bowel obstruction: imaging clues and postnatal outcomes. *Pediatr Radiol*. 2017 Apr;47(4):411-21. PubMed PMID: 28116474.
80. Calvo-Garcia MA, Kline-Fath BM, Levitt MA, Lim FY, Linam LE, Patel MN, et al. Fetal MRI clues to diagnose cloacal malformations. *Pediatr Radiol*. 2011 Sep;41(9):1117-28. PubMed PMID: 21409544.
81. Dalla Vecchia LK, Grosfeld JL, West KW, Rescorla FJ, Scherer LR, Engum SA. Intestinal atresia and stenosis: a 25-year experience with 277 cases. *Arch Surg*. 1998 May;133(5):490-6; discussion 6-7. PubMed PMID: 9605910.
82. M.Ollivier PB, D.Forgues, O.Maillet, S.Garnier, M-P Guibal, H.Allal, E.Sabatier, N.Kalfa. Le Choc des images, le poids des mots : une interprétation de la réalité
83. (volvulus,malrotation,laparoschisis,MAR...) : le point de vue du chirurgien: Sauramps Medical; 2015. 83.Kimura M, Nishijima,Muraji,Tsugawa,Matsumoto. Diamond-Shaped Anastomosis for Duodenal Atresia: An Experience With 44 Patients Over 15 Years. *Journal of Pediatric Surgery* 1990;25(9):977-9.
84. Heaton TE, Liechty KW. Postnatal management of prenatally diagnosed abdominal masses and anomalies. *Prenat Diagn*. 2008 Jul;28(7):656-66. PubMed PMID: 18324619.

85. Alexander F, DiFiore J, Stallion A. Triangular tapered duodenoplasty for the treatment of congenital duodenal obstruction. *J Pediatr Surg.* 2002;37(6):862-4.
86. Escobar MA, Ladd AP, Grosfeld JL, West KW, Rescorla FJ, Scherer LR, 3rd, et al. Duodenal atresia and stenosis: long-term follow-up over 30 years. *J Pediatr Surg.* 2004 Jun;39(6):867-71; discussion -71. PubMed PMID: 15185215.
87. Martin LW, Zerella JT. Jejunoileal atresia: a proposed classification. *J Pediatr Surg.* 1976 Jun;11(3):399-403. PubMed PMID: 957064.
88. Grosfeld J BT, Shoemaker R. Operative Management of Intestinal Atresia and Stenosis Based on Pathologic Findings. *Journal of Pediatric Surgery,*. 1979;14(3 ).
89. Sato K, Uchida H, Tanaka Y, Takazawa S, Jimbo T, Deie K. Stapled intestinal anastomosis is a simple and reliable method for management of intestinal caliber discrepancy in children. *Pediatr Surg Int.* 2012 Sep;28(9):893-8. PubMed PMID: 22864546. Pubmed Central PMCID: PMC3433672.
90. Savoie KB, Bachier-Rodriguez M, Jones TL, Jeffreys K, Papraniku D, Sevilla W, et al. Standardization of Feeding Advancement After Neonatal Gastrointestinal Surgery: Does It Improve Outcomes? *Nutr Clin Pract.* 2016 Jul 15. PubMed PMID: 27422689.
91. Touloukian RJ. Diagnosis and treatment of jejunoileal atresia. *World J Surg.* 1993 MayJun;17(3):310-7. PubMed PMID: 8337876.
92. Galea MH, Holliday H, Carachi R, Kapila L. Short-bowel syndrome: a collective review. *J Pediatr Surg.* 1992 May;27(5):592-6. PubMed PMID: 1625129.
93. Wales PW, de Silva N, Kim JH, Lecce L, Sandhu A, Moore AM. Neonatal short bowel syndrome: a cohort study. *J Pediatr Surg.* 2005 May;40(5):755-62. PubMed PMID: 15937809.

94. Navarro J SJ. GastroEntérologie pédiatrique. Flammarion MS, editor2000.
95. Bianchi A. Longitudinal intestinal lengthening and tailoring: results in 20 children. J R Soc Med. 1997 Aug;90(8):429-32. PubMed PMID: 9306995. Pubmed Central PMCID: PMC1296456.
96. Bianchi A. Intestinal Loop Lengthening--A Technique for Increasing Small Intestinal Length. J Pediatr Surg. 1980;15(2):145-51.
97. Kim HB, Fauza D, Garza J, Oh JT, Nurko S, Jaksic T. Serial transverse enteroplasty (STEP): a novel bowel lengthening procedure. J Pediatr Surg. 2003 Mar;38(3):425-9. PubMed PMID: 12632361.
98. Wada M, Kato T, Hayashi Y, Selvaggi G, Mittal N, Thompson J, et al. Intestinal transplantation for short bowel syndrome secondary to gastroschisis. J Pediatr Surg. 2006 Nov;41(11):1841-5. PubMed PMID: 17101355.
99. .Etensel B, Temir G, Karkiner A, Melek M, Edirne Y, Karaca I, et al. Atresia of the colon. J Pediatr Surg. 2005 Aug;40(8):1258-68. PubMed PMID: 16080929.
100. Pena A, Devries PA. Posterior sagittal anorectoplasty: important technical considerations and new applications. J Pediatr Surg. 1982 Dec;17(6):796-811. PubMed PMID: 6761417.
101. Levitt MA, Kant A, Pena A. The morbidity of constipation in patients with anorectal malformations. J Pediatr Surg. 2010 Jun;45(6):1228-33. PubMed PMID: 20620325.
102. Levitt MA, Pena A. Cloacal malformations: lessons learned from 490 cases. Semin Pediatr Surg. 2010 May;19(2):128-38. PubMed PMID: 20307849.

103. Gupta A, Bischoff A, Pena A, Runck LA, Guasch G. The great divide: septation and malformation of the cloaca, and its implications for surgeons. *Pediatr Surg Int.* 2014
104. Nov;30(11):1089–95. PubMed PMID: 25217828. Pubmed Central PMCID: PMC4302733. 104.Bischoff A, Pena A, Levitt MA. Laparoscopic-assisted PSARP – the advantages of combining both techniques for the treatment of anorectal malformations with recto-bladderneck or high prostatic fistulas. *J Pediatr Surg.* 2013 Feb;48(2):367–71. PubMed PMID: 23414867.
105. Bischoff A, Levitt MA, Bauer C, Jackson L, Holder M, Pena A. Treatment of fecal incontinence with a comprehensive bowel management program. *J Pediatr Surg.* 2009 Jun;44(6):1278–83; discussion 83–4. PubMed PMID: 19524754.
106. Hong AR, Acuna MF, Pena A, Chaves L, Rodriguez G. Urologic injuries associated with repair of anorectal malformations in male patients. *J Pediatr Surg.* 2002 Mar;37(3):339–44. PubMed PMID: 11877644.
107. Breech L. Gynecologic concerns in patients with anorectal malformations. *Semin Pediatr Surg.* 2010 May;19(2):139–45. PubMed PMID: 20307850.
108. Bai Y, Yuan Z, Wang W, Zhao Y, Wang H, Wang W. Quality of life for children with fecal incontinence after surgically corrected anorectal malformation. *J Pediatr Surg.* 2000 Mar;35(3):4624. PubMed PMID: 10726690.
109. Cretéolle R, Lottmann, Lortat-Jacob, Alova, Aigrain, Lehur, Sarnacki. Reconnaître les malformations aorectales : du diagnostic vers l'âge adulte. *Hepato-gastro et oncologie digestive* 2014;21(3).

110. WE L. Surgical diseases of the alimentary tract in infants. *N Engl J Med.* 1936; 215:705-8.
111. Harper L, Michel JL, de Napoli-Cocci S, Aulagne MB, Maurel A, Mazouzi S, et al. One-step management of apple-peel atresia. *Acta Chir Belg.* 2009 Nov-Dec;109(6):775-7. PubMed PMID: 20184067.
112. Kurbet P, Dhaded, Bhandankar, Mane. Apple peel jejunal atresia: Successful management of a rare case. *Journal of the Scientific Society.* 2012;39(1).
113. Luton D, de Lagausie P, Guibourdenche J, Oury J, Sibony O, Vuillard E, et al. Effect of amnioinfusion on the outcome of prenatally diagnosed gastroschisis. *Fetal Diagn Ther.* 1999 MayJun;14(3):152-5. PubMed PMID: 10364666.
114. Luton D, de Lagausie P, Guibourdenche J, Peuchmaur M, Sibony O, Aigrain Y, et al. Influence of amnioinfusion in a model of in utero created gastroschisis in the pregnant ewe. *Fetal Diagn Ther.* 2000 Jul-Aug;15(4):224-8. PubMed PMID: 10867484.
115. Midrio P, Stefanutti G, Mussap M, D'Antona D, Zolpi E, Gamba P. Amnioexchange for fetuses with gastroschisis: is it effective? *J Pediatr Surg.* 2007 May;42(5):777-82. PubMed PMID: 17502182.
116. Ergun O, Barksdale E, Ergun FS, Prosen T, Qureshi FG, Reblock KR, et al. The timing of delivery of infants with gastroschisis influences outcome. *J Pediatr Surg.* 2005 Feb;40(2):424-8. PubMed PMID: 15750942.

117. Huang J, Kurkchubasche AG, Carr SR, Wesselhoeft CW, Jr., Tracy TF, Jr., Luks FL. Benefits of term delivery in infants with antenatally diagnosed gastroschisis. *Obstet Gynecol.* 2002 Oct;100(4):695–9. PubMed PMID: 12383536.
118. Segel SY, Marder SJ, Parry S, Macones GA. Fetal abdominal wall defects and mode of delivery: a systematic review. *Obstet Gynecol.* 2001 Nov;98(5 Pt 1):867–73. PubMed PMID: 11704185.
119. Kidd JN, Jr., Jackson RJ, Smith SD, Wagner CW. Evolution of staged versus primary closure of gastroschisis. *Ann Surg.* 2003 Jun;237(6):759–64; discussion 64–5. PubMed PMID: 12796571. Pubmed Central PMCID: PMC1514688.
120. Safavi A, Skarsgard ED. Advances in the Surgical Treatment of Gastroschisis. *Surg Technol Int.* 2015 May;26:37–41. PubMed PMID: 26054989.
121. Kronfli R, Bradnock TJ, Sabharwal A. Intestinal atresia in association with gastroschisis: a 26year review. *Pediatr Surg Int.* 2010 Sep;26(9):891–4. PubMed PMID: 20676892.
122. Sharp M, Bulsara M, Gollow I, Pemberton P. Gastroschisis: early enteral feeds may improve outcome. *J Paediatr Child Health.* 2000 Oct;36(5):472–6. PubMed PMID: 11036804.
123. Thakur A, Chiu C, Quiros-Tejeira RE, Reyen L, Ament M, Atkinson JB, et al. Morbidity and mortality of short-bowel syndrome in infants with abdominal wall defects. *Am Surg.* 2002 Jan;68(1):75–9. PubMed PMID: 12467323.
124. Eggink BH, Richardson CJ, Malloy MH, Angel CA. Outcome of gastroschisis: a 20-year case review of infants with gastroschisis born in Galveston, Texas. *J Pediatr Surg.* 2006 Jun;41(6):1103–8. PubMed PMID: 16769342.

125. Jager LC, Heij HA. Factors determining outcome in gastroschisis: clinical experience over 18 years. *Pediatr Surg Int.* 2007 Aug;23(8):731–6. PubMed PMID: 17576575.
126. Koivusalo A, Lindahl H, Rintala RJ. Morbidity and quality of life in adult patients with a congenital abdominal wall defect: a questionnaire survey. *J Pediatr Surg.* 2002 Nov;37(11):1594–601. PubMed PMID: 12407546.
127. Lubusky M, Prochazka M, Dhaifalah I, Horak D, Geierova M, Santavy J. Fetal enterolithiasis prenatal sonographic and MRI diagnosis in two cases of urorectal septum malformation (URSM) sequence, *Prenatal Diagnosis* Volume 26, Issue 4. *Prenat Diagn [Internet].* 2006 01; 26(4):[345–9 pp.]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pd.1415/abstract>.
128. Haeusler MC, Berghold A, Stoll C, Barisic I, Clementi M, Group ES. Prenatal ultrasonographic detection of gastrointestinal obstruction: results from 18 European congenital anomaly registries. *Prenat Diagn.* 2002 Jul;22(7):616–23. PubMed PMID: 12124699.
129. Kucińska-Chahwan A, Posiewka A, Bijok J, Jakiel G and Roszkowski T. Clinical significance of the prenatal double bubble sign – single institution experience. *Prenat Diagn.* 2015 35:1093–1096. PubMed PMID:26175315.
130. Kheiri M, Lesieur E, Dabadie A, Colombani M, Capelle M, Sigaudy S, et al. Prenatal diagnosis of bowel malposition using T2-weighted fetal MRI sequences. *Diagn Interv Imaging.* 2016 Sep;97(9):857–61. PubMed PMID: 26993965.

131. Chan KL, Tang MH, Tse HY, Tang RY, Tam PK. Meconium peritonitis: prenatal diagnosis, postnatal management and outcome. *Prenat Diagn.* 2005 Aug;25(8):676–82. PubMed PMID: 16049997.
132. Brugger PC, Prayer D. Development of gastroschisis as seen by magnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011 Apr;37(4):463–70. PubMed PMID: 21105024.
133. Brantberg A, Blaas HGK, Haugen SE, Isaksen CV, Eik-Nes SH. Imperforate anus a relatively common anomaly rarely diagnosed prenatally, *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* Volume 28, Issue 7. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2006 01; 28(7):[904–10 pp.]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.3862/abstract>.
134. AG Le Bayon EC, M Boscq, H Lardy et D Sirinelli. Imagerie des malformations anorectales en période néonatale. *J Radiol* 2010;91:475–83. 2010;91:475–83.
135. Ghionzoli M, James CP, David AL, Shah D, Tan AW, Iskaros J, et al. Gastroschisis with intestinal atresia--predictive value of antenatal diagnosis and outcome of postnatal treatment. *J Pediatr Surg.* 2012 Feb;47(2):322–8. PubMed PMID: 22325384.
136. Singh SJ, Fraser A, Leditschke JF, Spence K, Kimble R, Dalby-Payne J, et al. Gastroschisis: determinants of neonatal outcome. *Pediatr Surg Int.* 2003 Jun;19(4):260–5. PubMed PMID: 12682747.

137. Weinsheimer RL, Yanchar NL, Bouchard SB, Kim PK, Laberge JM, Skarsgard ED, et al. Gastroschisis closure--does method really matter? *J Pediatr Surg.* 2008 May;43(5):874-8. PubMed PMID: 18485957.
138. Allin BS, Tse WH, Marven S, Johnson PR, Knight M. Challenges of improving the evidence base in smaller surgical specialties, as highlighted by a systematic review of gastroschisis management. *PLoS One.* 2015;10(1):e0116908. PubMed PMID: 25621838. Pubmed Central PMCID: PMC4306505.
139. David AL, Tan A, Curry J. Gastroschisis: sonographic diagnosis, associations, management and outcome. *Prenat Diagn.* 2008 Jul;28(7):633-44. PubMed PMID: 18551719.
140. Goetzinger KR, Tuuli MG, Longman RE, Huster KM, Odibo AO, Cahill AG. Sonographic predictors of postnatal bowel atresia in fetal gastroschisis. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2014 Apr;43(4):420-5. PubMed PMID: 23893619. Pubmed Central PMCID: PMC3968234.
141. Garel L. Antenatal imaging: does the postnatal impact justify the effort? *Pediatr Radiol.* 2011 Apr;41(4):417-31. PubMed PMID: 21229350.
142. Estroff JA. The growing role of MR imaging in the fetus. *Pediatr Radiol.* 2009 Apr;39 Suppl 2:S209-10. PubMed PMID: 19308387.