

Imagerie des anomalies d'insertion placentaire : le rôle du radiologue

Imaging of abnormal placental insertion: The role of the radiologist in the diagnosis

Justine Chanclud^a
 Toan Nguyen^a
 Marianne Alison^b
 Isabelle Thomassin-Naggara^c
 Catherine Adamsbaum^d
 Marc Bazot^c
 Vinciane Placé^e
 Joëlle Uzan-Augui^f
 Hubert Ducou le Pointe^a
 Catherine Garel^a
 Eléonore Blondiaux^a

^aService de radiologie, hôpital Armand-Trousseau, APHP Sorbonne Université, 26, avenue du Dr-Arnold-Netter, 75012 Paris, France

^bService de radiologie, hôpital Robert-Debré, APHP université de Paris, Paris, France

^cService de radiologie, hôpital Tenon, APHP Sorbonne Université, Paris, France

^dService de radiologie, hôpital du Kremlin Bicêtre, APHP Paris Saclay, Le Kremlin Bicêtre, France

^eService de radiologie, Hôpital Lariboisière, APHP Université Paris Diderot, Paris, France

^fService de radiologie, hôpital Cochin, APHP Université de Paris, Paris, France

Reçu le 18 octobre 2020 ; accepté le 22 octobre 2020
 Disponible en ligne sur [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com) le xxx

RÉSUMÉ

Introduction. – Les anomalies d'insertion placentaire (AIP) constituent l'une des principales causes de morbidité du péri-partum. Elles concernent 3,4 patientes pour 1000 accouchements. La recherche des facteurs de risque (utérus cicatriciel, placenta prævia) et leur identification en imagerie (échographie et éventuellement IRM) avant l'accouchement permettent de guider la prise en charge obstétricale.

Données récentes. – L'échographie est l'examen de première intention. Les signes évocateurs sont l'interruption du liseré clair rétroplacentaire, les lacunes placentaires ainsi que les anomalies doppler. L'IRM est actuellement un outil de seconde intention lorsque le diagnostic est incertain ou que le bilan d'extension dans la paroi myométriale ou les paramètres est incomplet en échographie. Le terme idéal pour la réalisation de cette IRM est autour de la 30^e semaine de grossesse. Les principaux signes à rechercher sont des bandes sombres en T2, un bombement placentaire et l'interruption du liseré rétroplacentaire.

Conclusion. – Le diagnostic d'une anomalie d'insertion placentaire repose sur les données anamnestiques et de l'imagerie. Sa prise en charge relève d'une équipe entraînée au sein de centres spécialisés.

© 2020 Société française de radiologie. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

SUMMARY

Introduction. – *Abnormal placental insertion is the main cause of peripartum morbidity. It represents 3.4 cases in 1000 births. This uncommon pathology requires a precise diagnosis in order to guide obstetrical care. Known risk factors, such as previous cesarean section, placenta previa, should be investigated during any prenatal ultrasound.*

Recent findings. – *Ultrasound is the first-line examination: interruption of the clear retroplacental border, placental lacunae and Doppler abnormalities are suggestive signs of abnormal placental insertion. MRI is currently a second-line tool when the diagnosis is uncertain or when the myometrial wall extension assessment or parameters are incomplete on ultrasound. MRI is a*

MOTS CLÉS

Placenta accreta
 Anomalies d'insertion placentaire
 IRM placentaire

KEYWORDS

Placenta accreta
 Abnormal placental insertion
 Placental MRI

Auteur correspondant :

E. Blondiaux,
 Service de radiologie, hôpital Armand-Trousseau, APHP Sorbonne Université, 26, avenue du Dr-Arnold-Netter, 75012 Paris, France.
 Adresse e-mail : eleonore.blondiaux@aphp.fr

<https://doi.org/10.1016/j.jidi.2020.10.013>

© 2020 Société française de radiologie. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.



second-line examination when the diagnosis is uncertain on ultrasound or when extension into the myometrial wall or parameters is difficult to assess. The MRI is preferably performed around the 30th week of pregnancy. The presence of dark bands, bulging placenta and interruption of the retroplacental border are in favor of an abnormal placental insertion.

Conclusion. – The diagnosis of an abnormal placental insertion is based on anamnestic and imaging data. Its management relies on a team trained in reference centers.

© 2020 Société française de radiologie. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

INTRODUCTION

Les anomalies d'insertion placentaire (AIP) sont un spectre d'anomalies de l'adhésion du placenta à la paroi utérine dont il résulte un défaut de décollement au moment de l'accouchement. Les AIP regroupent en fonction du degré d'invasion placentaire le placenta increta, accreta ou percreta. Ces anomalies sont à distinguer des anomalies de localisation du placenta qui correspondent à une insertion basse du placenta sur le segment inférieur de l'utérus (placenta praevia) pouvant recouvrir partiellement ou totalement l'orifice interne du col utérin (placenta recouvrant). Le placenta praevia peut être une cause d'AIP. Les AIP sont une cause fréquente d'hémorragie de la délivrance et l'une des plus fréquentes causes de morbidité du péripartum. Leur incidence a augmenté au cours des vingt dernières années en raison de l'augmentation du nombre de césariennes, qui sont l'une des principales causes de placenta accreta. Le diagnostic anténatal de ces anomalies est un enjeu majeur car l'anticipation de la prise en charge péripartum permet de diminuer la mortalité maternelle ainsi que les pertes sanguines lors de la délivrance [1]. L'échographie et l'IRM anténatales jouent un rôle fondamental dans la prise en charge diagnostique des AIP et l'interprétation de ces examens est difficile. Dans cette revue iconographique, nous revenons sur la sémiologie radiologique des AIP ainsi que sur les performances respectives de l'IRM et de l'échographie.

DÉFINITIONS DES ANOMALIES D'INSERTION ET DE LOCALISATION PLACENTAIRES

Le placenta est composé d'une couche maternelle et d'une couche fœtale. L'interface entre ces deux couches est représentée par la membrane déciduale du côté maternel et les villosités chorales du côté fœtal.

Une anomalie d'insertion placentaire survient lorsqu'un défaut de la membrane déciduale permet aux villosités chorales de s'étendre au-delà de la membrane déciduale.

Un placenta praevia correspond à une implantation anormale du placenta sur le segment inférieur, à proximité de l'orifice interne du col utérin, pouvant également être marginal ou recouvrant partiellement ou complètement.

Le terme « placenta accreta » est parfois utilisé comme terme générique pour les trois types d'anomalies d'insertion placentaire : le placenta accreta, le placenta increta et le placenta percreta. Pour la clarté du propos, nous utilisons dans cet article le terme « anomalie d'insertion placentaire (AIP) » pour nous référer au spectre des anomalies d'adhésion placentaire et nous utilisons les termes accreta, increta et percreta dans leurs définitions spécifiques.

Dans le placenta accreta, les villosités chorales franchissent la membrane déciduale et atteignent l'endomètre, mais n'envahissent pas entièrement le myomètre (Fig. 1). Dans le placenta increta, les villosités chorales s'étendent dans tout le myomètre et jusqu'à la séreuse, sans la dépasser. Dans le placenta percreta, le tissu placentaire envahit tout le myomètre et la séreuse et peut s'étendre aux structures adjacentes comme la vessie, les paramètres, les vaisseaux, les uretères, le colon ou le rectum.

Cette distinction entre les trois types d'anomalies d'insertion placentaire a un impact pronostique. Si le placenta accreta est la forme d'AIP la plus fréquente, le placenta percreta est la forme la plus sévère. Marcellin et al. ont montré une multiplication par trois de la morbidité maternelle en cas de placenta percreta par rapport à celle d'un placenta accreta ou increta [2]. Ceci se traduit par une augmentation du risque d'hystérectomie en urgence, de transfusions massives, de choc septique, de transfert en service de réanimation, de défaillance cardio-rénale ou de décès.

ÉPIDÉMIOLOGIE DES ANOMALIES D'INSERTION PLACENTAIRE

L'incidence des AIP est difficile à évaluer en raison de l'absence de critères diagnostiques stricts et de définitions variables dans la littérature selon les séries et les pays.

Dans une étude prospective scandinave récente, la prévalence des AIP était de 3,4 cas pour 1000 naissances [3].

Les deux principaux facteurs de risque d'AIP sont l'utérus cicatriciel (accouchement par césarienne notamment) et le placenta praevia [4]. Ainsi, le risque d'AIP est multiplié par neuf après un antécédent de césarienne, par 17 après deux césariennes et est multiplié par 56 après trois césariennes ou plus [5] [3]. Le taux de césariennes est en augmentation globale dans le monde, le taux était de 6,7 % en 1990 et a augmenté jusqu'à 19,1 % en 2014. Cette augmentation prédomine dans les pays les moins développés [6]. Les autres facteurs de risque décrits, notamment chez les femmes primipares, sont un antécédent d'hystérectomie ou de curetage, d'utérus bicorne, d'adénomyose ou de fibromes sous-muqueux [7]. De plus, un placenta praevia serait présent jusque dans 90 % des cas d'AIP [7].

LES ANOMALIES D'INSERTION PLACENTAIRE EN ÉCHOGRAPHIE

Technique

L'examen de référence pour le diagnostic d'AIP reste l'examen histologique or celui-ci ne peut être pratiqué qu'en cas

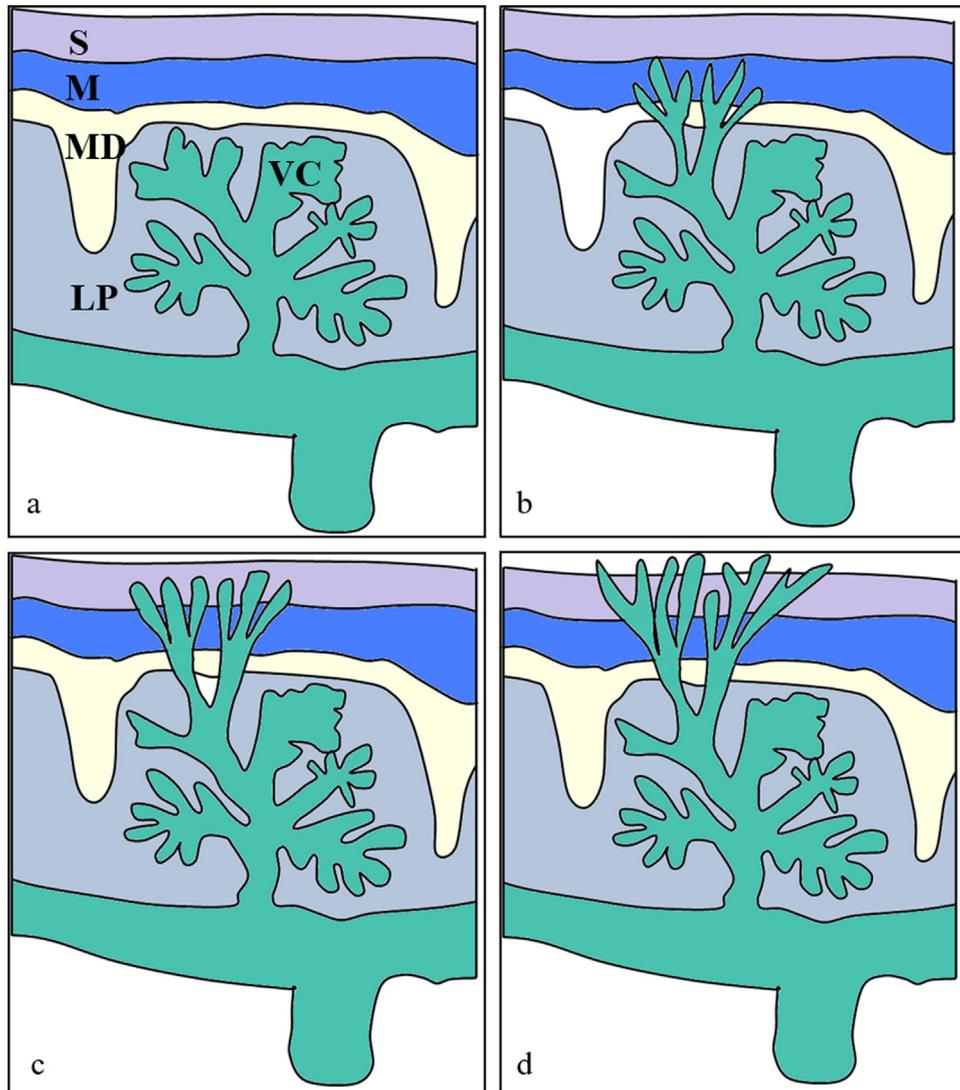


Figure 1. Représentation schématique des différents types d'anomalie d'insertion placentaire : a) Placenta normal b) Placenta accreta : présence de villosités chorionales au-delà de la membrane déciduale dans le myomètre c) Placenta increta : invasion myométriale par les villosités chorionales jusqu'à la séreuse sans la dépasser d) Placenta percreta : extension des villosités chorionales dans toute l'épaisseur du myomètre et franchissement de la séreuse avec envahissement des organes de voisinage (VC = villosités chorionales, LP = lacs placentaires, MD = membrane déciduale, M = myomètre, S = séreuse).

d'hystérectomie. Actuellement, un traitement conservateur est privilégié quand il est possible, les constatations peropératoires sont alors l'examen de référence.

L'échographie est réalisée généralement par voie abdominale. L'utilisation de la voie endo-vaginale est moins rapportée dans la littérature : elle apparaît utile quand elle est associée au doppler pour améliorer la prise en charge diagnostique dans les cas de placenta prævia [8]. L'échographie endovaginale a récemment été proposée comme outil de dépistage de troubles de la placentation en localisant la position du sac gestationnel chez des femmes avec antécédent de césarienne lors d'une échographie précoce

du premier trimestre (aux alentours de la 5^e-7^e semaine de gestation) [9].

L'utilisation du mode doppler en échographie 3D pourrait constituer selon Shih et al. [10] une aide complémentaire à l'échographie 2D et au doppler couleur. Avec cette technique, le signe le plus sensible et spécifique est la présence de nombreux vaisseaux situés à l'interface utérus-vessie (Sensibilité = 97 % et Spécificité = 92 %). Néanmoins, la concordance inter-observateur est faible avec cette technique [11].

L'échographie se réalise de préférence avec une vessie en réplétion (environ 200-300 mL), de façon à pouvoir étudier les rapports entre le segment utérin inférieur et la paroi vésicale [12].



Aspects échographiques du placenta normal

L'échostructure du placenta normal se modifie au cours de la grossesse. Au deuxième trimestre, le placenta normal est hyperéchogène et homogène. Au troisième trimestre de la grossesse, le placenta devient plus hétérogène avec des calcifications et des lacs vasculaires, décrits selon la classification de Grannum. Ces lacs vasculaires, physiologiques, sont ronds, avec une paroi hyperéchogène et sans vascularisation en doppler (Fig. 2).

Le myomètre est hypoéchogène (Fig. 2). L'espace clair rétro-placentaire correspond à l'espace situé entre le myomètre et le placenta. Il correspondrait aux vaisseaux dilatés de la membrane déciduale. Il est continu et plus hypoéchogène que le myomètre. Il est parfois discontinu sans que cela soit pathologique.

Signes échographiques des anomalies d'insertion placentaire

Perte de l'espace clair rétro-placentaire

L'absence de visualisation de l'espace clair rétro-placentaire, défini par l'interface entre le myomètre et le lit placentaire ou un aspect irrégulier de cet espace, correspond à une invasion anormale des villosités choriales placentaires au sein de la membrane basale myométriale (Fig. 3). C'est un des signes les plus retrouvés dans le placenta accreta/increta et percreta avec une bonne sensibilité (82,5 % (IC (Intervalle de Confiance) 95 % 70,1-91,3) et 100 % (IC95 % 92,6-100) respectivement, mais avec une faible spécificité (55,6 % et 58,6 %) [11].

Ce signe est parfois observé dans les grossesses normales, ce qui induit un certain nombre de faux positifs. Il ne constitue

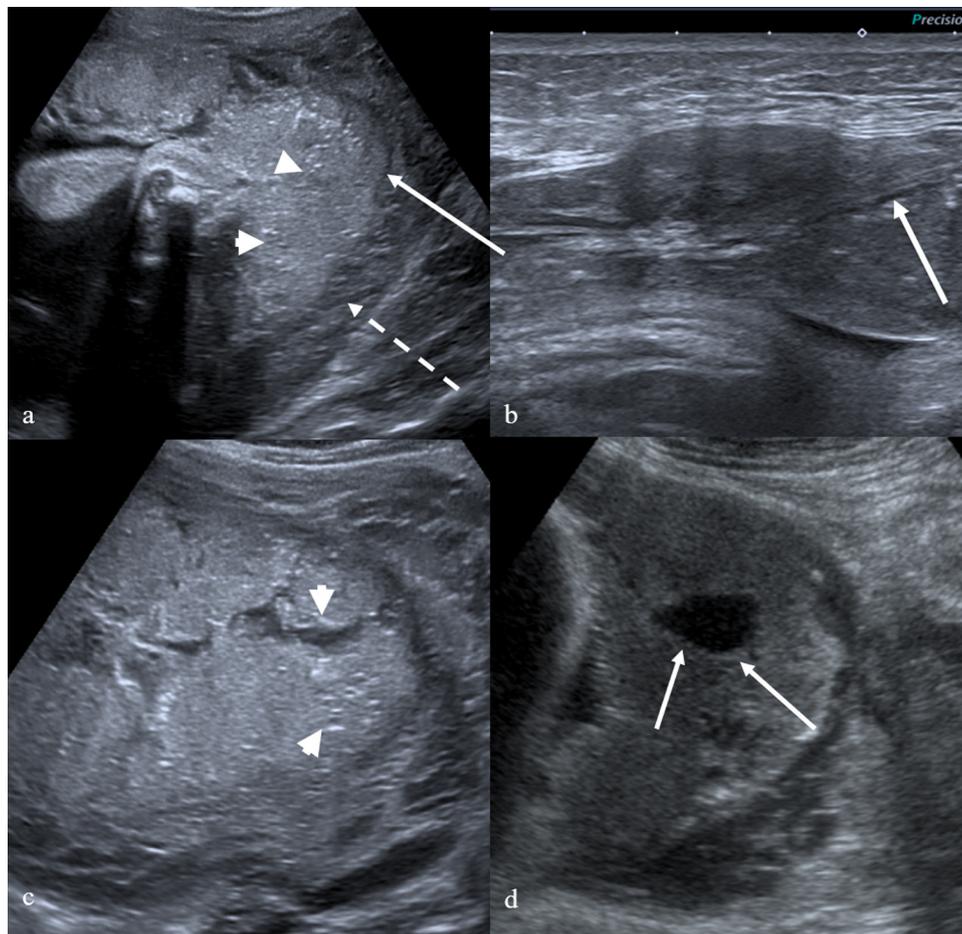


Figure 2. Échographie par voie abdominale montrant l'aspect normal du placenta au troisième trimestre de la grossesse. a) Aspect physiologique hyperéchogène et homogène du placenta (têtes de flèche) avec un liseré régulier rétroplacentaire (flèche pleine) le séparant du myomètre hypoéchogène (flèche en pointillés). b) Placenta antérieur avec sonde de haute fréquence : liseré rétroplacentaire continu et hypoéchogène (flèche). c) Placenta en fin du troisième trimestre de la grossesse : échostructure hétérogène avec présence de calcifications (têtes de flèche). d) Lacs vasculaires physiologiques, de morphologie arrondie avec une échostructure anéchogène et liseré hyperéchogène périphérique, sans vascularisation en doppler couleur (flèches pleines).

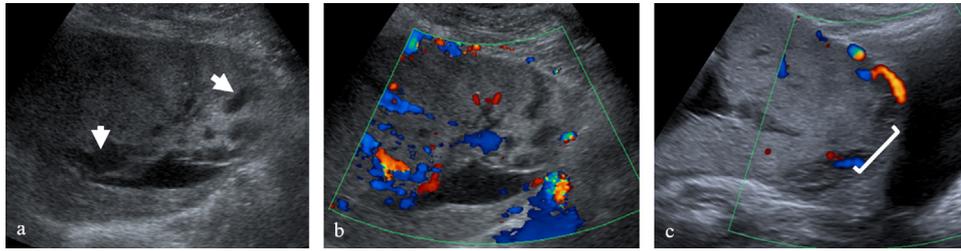


Figure 3. Échographie par voie abdominale d'un placenta accreta. a) Lacunes placentaires nombreuses et irrégulières, sans paroi, réalisant un aspect « mité » (têtes de flèche). b) Flux veineux turbulent en doppler couleur au sein des lacunes placentaires. c) Amincissement focal du myomètre avec interruption du liseré rétroplacentaire hypoéchogène (parenthèse).

donc pas à lui seul un signe de placenta accreta, mais doit être associé à d'autres signes évoquant une AIP pour être positif. En effet, la pression de la sonde exercée manuellement sur l'utérus peut créer une fausse image d'interruption du liseré. De plus, l'épaisseur du liseré rétro-placentaire n'est pas constante, non seulement d'une femme à l'autre, mais également chez une même femme en fonction du terme et selon que l'on examine la paroi antérieure ou postérieure de l'utérus. Ainsi, on considère que l'interruption du liseré est une variante du normal lorsque le placenta est antérieur, au cours du troisième trimestre de la grossesse et si cette interruption n'est associée à aucun autre signe d'accreta [13].

Interruption de la paroi vésicale

L'interruption de la continuité de la paroi vésicale est définie par l'absence de visibilité de la bande hyperéchogène située entre la séreuse utérine et la lumière vésicale (Fig. 4). Ce signe permet la détection du placenta percreta avec une sensibilité de 100 % (IC95 % 92,6-100) et spécificité de 70,4 % (IC95 % 62,7-77,3) [11].

Amincissement myométrial

L'amincissement myométrial est défini par une épaisseur du myomètre inférieur à 1 mm d'épaisseur ou indétectable. C'est un signe difficile à apprécier et peu reproductible [14]. Comme l'espace clair rétro-placentaire, l'amincissement myométrial

peut être physiologique en fin de grossesse et ne doit pas être interprété comme une anomalie d'adhésion placentaire. En revanche, son association à d'autres signes échographiques doit faire évoquer le diagnostic.

Lacunes placentaires

Les lacunes correspondant à des espaces vasculaires irréguliers dans le placenta, vascularisés en doppler couleur avec des flux irréguliers et sans paroi. Les flux sont turbulents en doppler, avec des vitesses élevées. Elles peuvent réaliser un aspect « mité » ou « en gruyère » si elles sont nombreuses (Fig. 3).

Ce signe a une excellente sensibilité (100 %) dans le diagnostic d'AIP quel que soit le sous-type après 15 semaines de grossesse mais avec une spécificité variable selon le degré d'adhésion placentaire [12]. L'augmentation du nombre de lacunes est corrélée à l'augmentation du risque de placenta accreta[14].

Ces lacunes ne doivent pas être confondues avec les lacs vasculaires, physiologiques et visibles dans les placentas normaux, visualisés principalement au 3^e trimestre de la grossesse. Au contraire des lacunes pathologiques, ces lacs vasculaires physiologiques sont ronds, non vascularisés en doppler et leur paroi est hyperéchogène (Fig. 2).

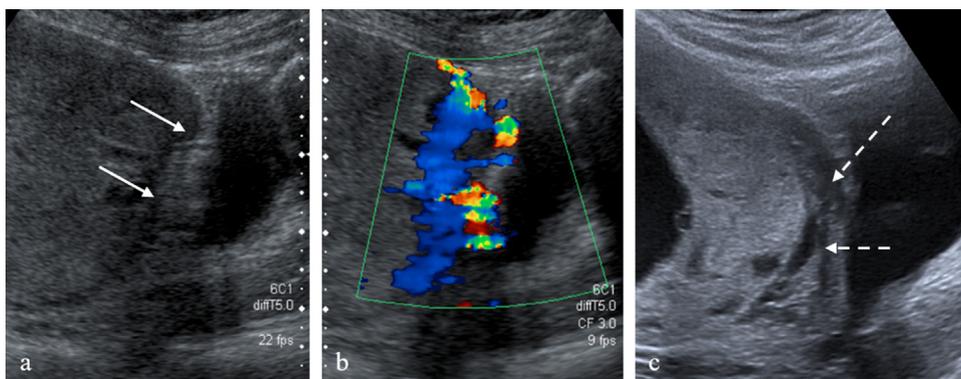


Figure 4. Échographie par voie abdominale d'un placenta percreta. a et b) perte de l'interface entre la vessie et l'utérus (flèches pleines), visualisation de l'extension du flux en doppler au-delà des structures placentaires avec des vaisseaux faisant saillie dans la paroi vésicale. c) Comparaison avec l'aspect normal de l'interface entre l'utérus et la paroi vésicale chez un témoin (flèches en pointillés).



Hypervascularisation utérovésicale et vaisseaux ponts

Elle est définie par la présence d'une vascularisation anormale entre la paroi utérine et la paroi postérieure de la vessie et traduit la présence de vaisseaux aberrants traversant la séreuse utérine vers la vessie. Ce signe est très spécifique (100 % (IC95 % 96,5-100)) et sa sensibilité augmente en cas de placenta percreta (100 % (IC95 % 0,8-100)) [11] (Fig. 4). Les vaisseaux ponts, traversant le myomètre et la séreuse utérine avec un trajet perpendiculaire, peuvent être visualisés vers la vessie mais également les autres organes adjacents [15].

Hypervascularisation du lit placentaire

Cette hypervascularisation est le reflet des nombreux vaisseaux tortueux présents au sein du lit placentaire et responsables des flux turbulents et multidirectionnels lors de l'échographie en mode Doppler couleur en cas d'AIP [12].

Performances globales de l'échographie pour le diagnostic d'anomalie d'insertion placentaire

La performance globale de l'échographie dans le diagnostic d'AIP a été étudiée dans de nombreux articles. Selon Jau-niaux, la sensibilité de l'échographie pour le diagnostic d'AIP est de 90,72 % (IC95 % 87,2-93,6), avec une spécificité de 96,94 % (IC95 % 96,3-97,5). Les signes retrouvés en Doppler couleur augmentent la valeur diagnostique de l'échographie avec une sensibilité de 90 % et une valeur prédictive négative entre 95 et 98 % [12].

La performance diagnostique est améliorée lorsque l'échographie est réalisée dans une population présentant des facteurs de risque. Il est donc important que l'échographiste demande spécifiquement s'il existe des facteurs de risque lors de l'interrogatoire de la patiente.

La performance diagnostique de l'échographie dans la détection d'une AIP est dépendante du nombre de critères échographiques utilisés de façon combinée. Pour le diagnostic d'AIP, l'utilisation d'au moins un signe a une spécificité de 61,9 % (IC95 % 51,9-71,2). La spécificité augmente quand on utilise deux critères diagnostiques échographiques, passant à 100 % (IC95 % 96,5-100) sans diminuer pour autant la sensibilité. Pour le diagnostic de placenta percreta, la spécificité de l'échographie est améliorée lorsque trois signes échographiques sont combinés, en passant de 40,8 % en utilisant un seul signe (IC95 % 33,1-48,7) à 77,2 % (IC95 % 69,9-83,3) en utilisant trois signes échographiques [11].

Cali et al. ont étudié l'impact diagnostique de combinaisons de signes échographiques. Pour le diagnostic des AIP, la combinaison de la perte de l'espace clair rétro-placentaire, des lacunes placentaires à l'interruption de la paroi vésicale montre une sensibilité de 90,5 % et une spécificité de 100 %. Dans le sous-type placenta percreta, l'association de la perte de l'espace clair rétro-placentaire avec lacunes, l'interruption de la paroi vésicale et l'hypervascularisation de l'interface utéro-vésicale montre une sensibilité de 100 % [11].

Néanmoins, aucun signe ou groupe de signes échographiques décrit dans la littérature n'est pathognomonique du degré d'invasion placentaire selon Jau-niaux [16]. Cela peut être expliqué par une absence de description échographique standardisée dans les précédentes études, principalement rétrospectives, et par un manque de résultats histologiques dans de nombreuses séries.

Un des points faibles de l'échographie réside dans la difficulté à détecter de petites zones d'invasion placentaire, vues uniquement à l'histologie [12]. Toutefois, ces anomalies n'entraînent pas dans la majorité des cas de conséquences cliniques ou thérapeutiques.

Par ailleurs, la précision diagnostique de l'échographie est influencée par l'entraînement de l'échographiste. Dimitrova et al. ont montré que la mise en place d'un protocole de dépistage améliorerait la performance diagnostique des médecins en améliorant notamment la sensibilité pour le diagnostic d'AIP [17]. Enfin, il a été montré que lorsque le placenta est de localisation postérieure, le diagnostic de placenta accreta est plus difficile et plus tardif, avec un plus grand nombre de complications chirurgicales [18].

LES ANOMALIES D'INSERTION PLACENTAIRE EN IRM

Les limites de l'échographie pour le diagnostic des anomalies d'insertion placentaire (AIP), résumées au chapitre précédent, ont conduit à proposer de compléter l'échographie par une IRM placentaire. En 1992, Thorp et al. publient le premier cas de diagnostic en IRM de placenta percreta sur placenta prævia [19]. Depuis, une trentaine d'études ont été conduites sur l'intérêt de l'IRM pour le diagnostic des AIP et la comparaison de ses performances avec celles de l'échographie. En fonction des équipes, la comparaison de la performance diagnostique entre IRM et échographie montre soit une bonne précision diagnostique de l'IRM pour l'identification de la présence et de la profondeur de l'invasion placentaire, soit l'absence de supériorité diagnostique de l'IRM en comparaison de l'échographie [20,21].

Technique

L'IRM placentaire doit être réalisée de façon suffisamment précoce pour pouvoir organiser la naissance et afin de diminuer le nombre de cas faux-positifs. Ainsi, Alamo et al. proposent une réalisation de l'IRM avant 35 semaines de grossesse et Lim et al. avant 30 semaines [22,23]. Lorsque l'IRM est réalisée trop tardivement, il est difficile de distinguer les AIP des modifications physiologiques du placenta en fin de grossesse, notamment pour l'évaluation de l'amincissement myométrial et de l'hétérogénéité du placenta.

L'IRM ne doit pas a contrario être réalisée trop précocement, Horowitz et al. ayant montré une fiabilité diagnostique insuffisante de l'IRM placentaire avant 24 SA [24]. Dans un consensus d'experts publié récemment, la Société de radiologie abdominale (SAR) et la Société européenne d'imagerie urogénitale (SFUR) recommandent la réalisation de l'IRM placentaire entre 28 et 32 semaines de grossesse [25].

Les examens peuvent être réalisés sur une IRM à 1,5 T ou 3 T. La patiente est placée en décubitus dorsal ou latéral. On utilise le plus souvent une antenne Thorax ou Body, parfois une antenne cardiaque. La sédation maternelle et fœtale n'est pas utile. Comme en échographie, lorsque cela est possible, la vessie doit être en semi-réplétion afin de mieux visualiser l'interface entre le myomètre et la vessie.

Les images en pondération T2 sont réalisées dans les plans sagittal, axial et coronal stricts avec une épaisseur maximale de 4 mm. La localisation de l'invasion placentaire est visualisée grâce aux séquences pondérées en T2 sans suppression de graisse. Des séquences bSSFP (FIESTA (GE), True Fisp

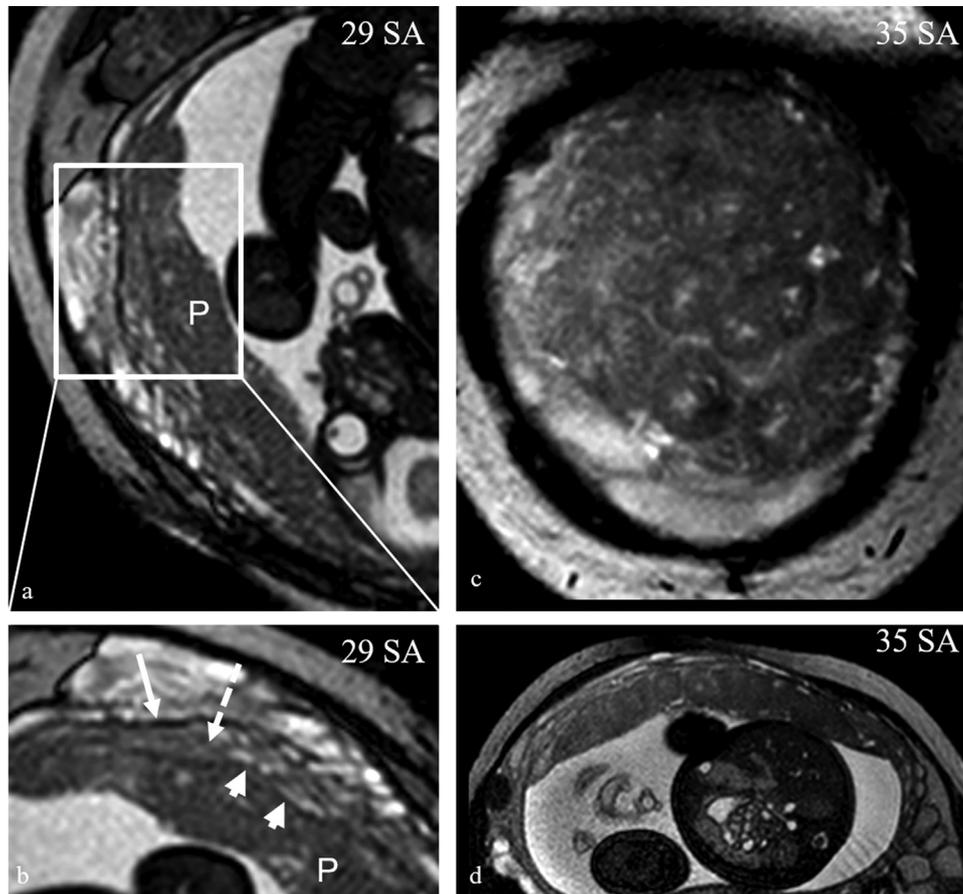


Figure 5. Aspects en IRM du placenta normal à 29 SA et 35 SA. a et b) Aspect normal du placenta à 29 SA : le placenta est homogène (P) et le myomètre a un aspect trilaminaire (a) avec visualisation sur l'image zoomée (b) des structures suivantes de dehors en dedans : la séreuse en hyposignal T2 (flèche), le myomètre en signal intermédiaire en T2 du fait de la présence des vaisseaux arqués (flèche en pointillés) et le liseré rétroplacentaire est en hyposignal T2 (têtes de flèche) par rapport au placenta (P). c et d) Aspect normal du placenta à 35 SA : le placenta est hétérogène de manière physiologique, en discret hyposignal T2 par rapport au myomètre avec visibilité de cotylédons séparés par de fins septa réguliers et le myomètre est plus fin qu'au deuxième trimestre de la grossesse.

(Siemens) ou Balanced FFE (Philips)) et des séquences rapides type single-shot fast spin echo (SSFSE) sur GE, Haste sur Siemens, single-shot turbo spin echo (SSH-TSE) ou ultra-fast spin echo (UFSE) sur Philips ont l'avantage d'être peu artéfactées par les mouvements fœtaux ou maternels. Dans un second temps, on réalise des séquences additionnelles en pondération T2 dans un plan oblique, perpendiculaire à l'interface entre le myomètre et le placenta, afin de mieux analyser une zone suspecte.

Une séquence en pondération T1 avec saturation du signal de la graisse est utile en cas de métrorragies ou en cas de doute échographique sur une plage hémorragique au sein du placenta. Ces séquences ne sont en revanche pas utiles pour apprécier le degré d'invasion placentaire car le myomètre et le placenta ont le même signal en pondération T1.

La séquence diffusion peut être utilisée afin de mieux observer les contours placentaires. Le placenta apparaît en hypersignal en diffusion contrairement au myomètre et permet donc de mieux délimiter l'interface, plus difficilement analysable en pondération T2 car ces deux structures ont un signal proche [26].

L'effet de volume partiel peut générer des faux positifs comme des faux négatifs. Il est donc indispensable pour caractériser une anomalie qu'elle soit visible dans deux plans de coupe.

Aspect normal

Le signal du placenta normal se modifie physiologiquement au cours de la grossesse. Au cours du 2^e trimestre et au début du 3^e trimestre, le placenta est homogène, en isosignal par rapport au myomètre sur les séquences pondérées en T2 (Fig. 5a). Au cours du 3^e trimestre, le placenta apparaît progressivement plus en hyposignal en pondération T2, plus lobulaire et hétérogène (Fig. 5b). Les cotylédons sont visibles, séparés par de fins septas régulièrement espacés.

Le myomètre est de signal intermédiaire ou élevé sur les séquences pondérées en T2 avec un aspect trilaminaire. La couche interne est en hyposignal et correspond à l'interface entre la membrane déciduale et le myomètre. Elle correspondrait au liseré clair rétroplacentaire échographique. La couche intermédiaire plus épaisse et en hypersignal en

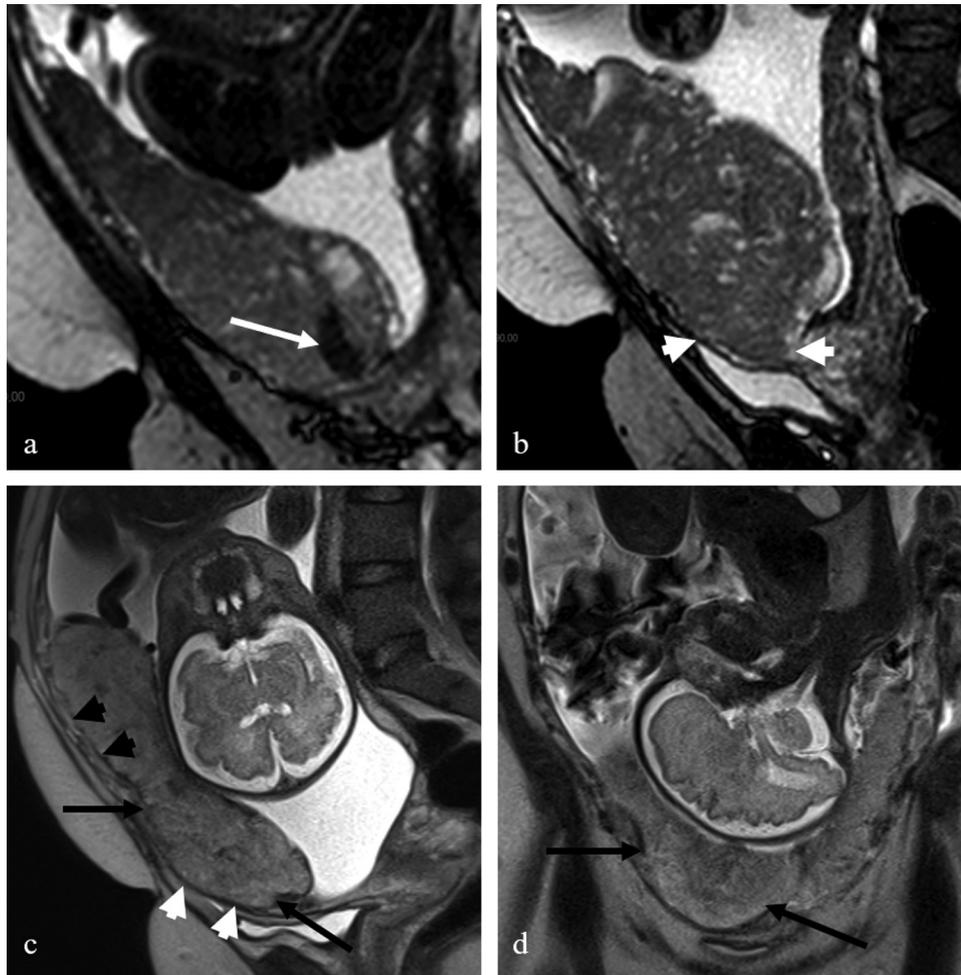


Figure 6. Aspects en IRM du placenta accreta. a et b) IRM placentaire à 33 SA pour placenta bas inséré : a) Bande sombre placentaire en franc hyposignal T2 en bSSFP, perpendiculaire à l'interface entre le placenta et le myomètre (flèche blanche) et b) bombement placentaire focal (têtes de flèche) et amincissement myométrial. La paroi vésicale est continue et a un signal normal. c et d) IRM placentaire à 31 SA pour utérus multicatriciel et placenta bas inséré en SSFSE : (c) amincissement myométrial et bombement focal du placenta (entre les deux flèches noires) en coupes sagittale (c) et coronale (d) sur un placenta peu hétérogène. Le liseré rétroplacentaire à l'interface myomètre-placenta en hyposignal T2 (têtes de flèches noires) n'est pas visible sur le segment inférieur de l'utérus. La séreuse (têtes de flèches blanches) est continue : cet aspect est en faveur d'un placenta accreta.

pondération T2 représente la zone des vaisseaux arqués. La couche externe est fine, en hyposignal T2 et représente la séreuse. Avec le terme, le myomètre s'amincit et devient plus hyperintense en T2. À partir de 30-32 SA, l'aspect trilaminaire du myomètre est difficile à identifier (Fig. 5d).

Signes en IRM des anomalies d'insertion placentaire

Bandes sombres placentaires et hétérogénéité placentaire

Les bandes sombres placentaires sont des plages nodulaires ou linéaires en hyposignal T2, d'épaisseur variable (entre 6 et 20 mm) s'étendant à l'interface entre le myomètre et le

placenta, avec une épaisseur et une distribution aléatoires (Fig. 6a). Ces bandes sombres peuvent correspondre soit à une augmentation de la vascularisation placentaire ou à des zones infarctées, remplacées par de la fibrine. Les séquences bSSFP permettent de les différencier.

Ces bandes sombres correspondent à des dépôts de fibrine, secondaires à des remaniements ischémiques ou hémorragiques lorsqu'elles apparaissent en hyposignal sur les séquences en FSE et bSSFP. Elles correspondent à une augmentation de la vascularisation lorsqu'elles sont en hyposignal en FSE et en hypersignal en bSSFP.

La présence de bandes sombres serait le signe le plus sensible et le plus spécifique en IRM pour tous les types d'AIP. Sa sensibilité est comprise entre 82,6 et 87,9 % et sa spécificité entre 49,5 et 63,4 % [20].



Il est possible de calculer un volume global des bandes sombres. Il est calculé à partir des trois plus grandes dimensions de chaque bande sombre mesurant au moins 1 cm de diamètre. Le volume des bandes sombres intra-placentaires est significativement supérieur en cas d'AIP par rapport à un placenta normal ($27,0 \pm 21,1 \text{ cm}^3$ versus $2,7 \pm 4,2 \text{ cm}^3$ respectivement, $p = 0,047$). Ce volume diffère également entre les différents degrés d'invasion placentaire (placenta accreta : $17,5 \pm 5,5 \text{ cm}^3$, placenta increta : $24,8 \pm 4,9 \text{ cm}^3$ et placenta percreta : $81,2 \text{ cm}^3$, $p < 0,0005$) [23]. La faiblesse de ce signe réside dans le fait que le placenta devient physiologiquement plus hétérogène avec l'âge gestationnel et que les bandes sombres peuvent être confondues avec l'hétérogénéité placentaire physiologique au 3^e trimestre de la grossesse, d'où l'intérêt de ne pas réaliser l'IRM trop tardivement dans le terme (avant 30 ou 35 SA en fonction des études).

Bombement du placenta

Les bords du placenta forment normalement un arc régulier avec un angle de raccordement progressif avec le myomètre. Le bombement placentaire consiste en un élargissement focal myométrial du segment inférieur de l'utérus s'étendant vers la vessie ou les paramètres, avec la perte de l'aspect normal de l'utérus en poire inversée, mieux visualisée sur les plans coronal et sagittal. Ce signe résulte de l'invasion villositaire au sein du myomètre avec une perte de sa structure interne physiologique (Fig. 6b). Un autre signe rare mais évocateur est la protrusion du placenta dans le col utérin en cas de placenta recouvrant.

Ce signe a montré une excellente performance diagnostique pour le placenta increta et percreta. Les valeurs prédictives positives et négatives sont de 97 % et 96 % [20]. Ce signe est associé dans 100 % des cas à une invasion placentaire s'il est associé à d'autres signes évocateurs. Ce signe présente, de plus, une bonne corrélation inter-observateur avec un coefficient kappa calculé à 0,87 [27].

Amincissement myométrial et interruption du liseré rétroplacentaire

En cas d'AIP, le myomètre est aminci voire interrompu, en IRM comme en échographie, et son aspect trilaminaire n'est plus identifiable.

L'interruption du liseré rétroplacentaire en hyposignal en pondération T2 est un signe difficile à mettre en évidence (Fig. 6c-d) et il est identifié de façon très variable entre radiologues expérimentés et inexpérimentés. C'est un signe avec une bonne sensibilité mais une faible spécificité [25]. L'amincissement ou l'interruption focale du myomètre peuvent entraîner, comme en échographie, des faux positifs. En effet, le myomètre devient physiologiquement plus fin au cours du 3^e trimestre de la grossesse, sans qu'il existe nécessairement une anomalie de l'insertion placentaire [28].

Ce signe est néanmoins l'un des plus retrouvés dans plusieurs études et est donc très évocateur d'AIP, surtout s'il est associé à d'autres signes.

Vascularisation anormale du lit placentaire

En cas d'anomalie de la vascularisation placentaire, de nombreux vaisseaux tortueux sont visualisés sous la forme d'images en vide de signal au sein du placenta sur les séquences en

pondération T2 FSE. Ils sont d'autant plus suspects qu'ils sont perpendiculaires à l'interface utéro-placentaire. Ce signe est associé à une augmentation des pertes sanguines peropératoires [25]. Leur localisation dans la séreuse utérine, en regard de la paroi vésicale, et au sein de la graisse au niveau des paramètres doit faire évoquer une atteinte vésicale ou paramétriale.

Extension placentaire extra-utérine et masse focale exophytique

L'infiltration des organes adjacents et la déformation des contours de la vessie sont des signes très évocateurs de placenta percreta (Fig. 7).

L'atteinte vésicale peut être évoquée devant une interruption, une irrégularité (Fig. 7) ou devant un aspect étiré « en tente » de sa paroi. La présence de tissu placentaire au sein de la lumière vésicale est spécifique du placenta percreta, qui reste toutefois rare.

Une masse focale exophytique peut être visualisée en cas de placenta percreta. Elle correspond à une protrusion de tissu placentaire au-delà du myomètre et de la séreuse utérine. Sa topographie est habituellement antérieure en regard de la vessie, ou latérale en regard des paramètres [25].

L'envahissement paramétrial est mieux identifié en IRM qu'en échographie avec une précision diagnostique de 96,8 % selon Palacios-Jaraquemada et al., permettant une meilleure approche chirurgicale et une modification du geste dans certains cas [29].

Performances globales de l'IRM pour le diagnostic d'anomalie d'insertion placentaire

Selon Khalaf et al., les signes avec la meilleure valeur diagnostique dans le placenta accreta en IRM sont l'interruption focale du myomètre et la présence de bandes sombres intra-placentaires sur les séquences en pondération T2 [28]. Bour et al. rapportent une précision de 88 % (IC95 % 71-97) de l'amincissement ou de l'interruption focale du liseré rétroplacentaire pour le diagnostic d'AIP [30].

Les signes plus en faveur d'un placenta percreta que d'un placenta accreta sont le bombement placentaire et l'hypervascularisation de la séreuse [31].

Les performances diagnostiques de l'IRM sont variables selon les études, notamment en ce qui concerne la sensibilité. Ainsi, une méta-analyse récente a montré que sur 20 études portant sur l'imagerie des AIP, l'IRM placentaire a une sensibilité de 94,4 % (IC95 % 15,8-99,9) et une spécificité de 98,8 % (CI95 % 70,7-100) pour le diagnostic de placenta accreta et une sensibilité de 86,5 % (IC95 % 74,2-94,4) et une spécificité de 96,8 % (CI95 % 93,5-98,7) pour le diagnostic de placenta percreta [20]. Comme l'échographie, la réalisation et l'analyse de l'IRM placentaire sont opératoires dépendants et requièrent un certain degré d'expertise. Une étude a montré une différence dans la description des signes évocateurs ou de la localisation de la zone d'AIP entre trois radiologues et un chirurgien, avec toutefois une bonne concordance pour attester de la présence d'une AIP ainsi que dans la description du degré d'invasion placentaire [32].

L'IRM placentaire fournit des informations sur la topographie et la profondeur de l'invasion, parfois difficilement appréciables en échographie, notamment pour les placentas de localisation postérieure. Elle modifie notamment la prise en charge des

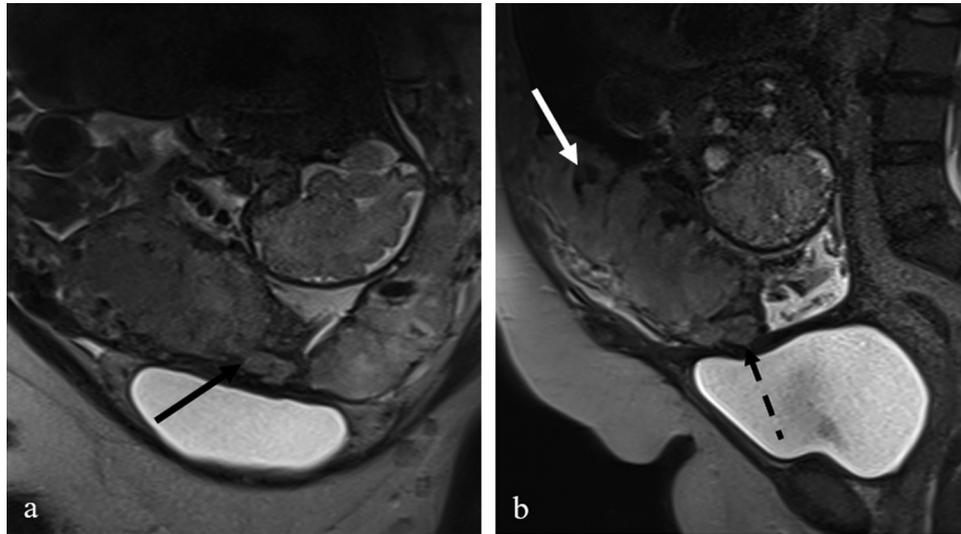


Figure 7. Aspect en IRM de placenta percreta. IRM placentaire à 32 SA pour utérus pluricatriciel en coupe coronale (a) et sagittale (b). Présence de bandes sombres placentaires en hyposignal T2 (flèche blanche). Zone de bombement placentaire médiane et paramédiane gauche (flèche noire) en regard de laquelle le myomètre est interrompu. L'interface inter-vésico-utérin n'est plus suivi et il existe un effacement localisé de la paroi vésicale faisant suspecter une atteinte percreta (flèche en pointillés), sans bourgeon endoluminal.

patientes présentant une extension du tissu placentaire en extra-utérin, c'est-à-dire dans la paroi vésicale ou dans les paramètres [29].

Dans une étude rétrospective, Lim et al. ont montré que chez certaines patientes, les signes de placenta accreta étaient visualisés environ 4 à 7 semaines plus tôt en IRM qu'en échographie [23].

Il a été proposé de réaliser une injection de gadolinium lors de l'IRM placentaire avec des séquences de perfusion, avant de mieux caractériser l'hypervascularisation liée à l'anomalie d'insertion placentaire [33]. Cependant, le bénéfice d'une injection n'a été montré que sur de petites séries [29,33] et l'injection n'est actuellement pas recommandée à titre systématique [25].

PRISE EN CHARGE DES AIP ET PLACE DE LA RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE DANS LE TRAITEMENT

Lorsqu'une AIP est suspectée, la patiente doit être informée des risques d'hémorragie de la délivrance, d'hystérectomie d'hémotase et de transfusions et de la nécessité d'organiser autant que possible une prise en charge par une équipe multidisciplinaire dans un centre spécialisé. Ce type de prise en charge comprenant notamment des radiologues spécialisés dans le diagnostic prénatal et des radiologues interventionnels, des gynécologues-obstétriciens, des anesthésistes et des néonatalogistes expérimentés permet de diminuer significativement les pertes sanguines [34]. Ainsi, dans une étude rétrospective, Smulian et al. ont mis en évidence une diminution significative des pertes sanguines après la mise en place d'une prise en charge multidisciplinaire (1200 mL versus 2500 mL, $p = 0,009$) [35].

En cas d'AIP, la réalisation d'une césarienne avec hystérectomie, sans tentative de délivrance, était autrefois la technique

de référence. Les possibilités thérapeutiques sont actuellement plus nombreuses, dans l'intérêt de la mère mais également de l'enfant. Si une tentative d'accouchement par voie basse est envisageable lorsque le placenta n'est pas praevia, une césarienne peut être programmée, idéalement autour de 36-38 SA [36], de façon à éviter d'ajouter à la morbidité maternelle une morbidité néonatale en programmant une césarienne trop précocement comme cela a pu être proposé. Dans le cas d'un placenta percreta avec invasion des organes adjacents, une césarienne est programmée, le placenta est laissé en place et la suture refermée dans l'attente d'une involution spontanée du placenta. Une hystérectomie est alors réalisée à distance, entre la troisième et la douzième semaine du post-partum [34]. Cette attitude thérapeutique permet de diminuer le risque hémorragique mais présente aussi des complications : échec du traitement nécessitant une hystérectomie, troubles de la coagulation et complications infectieuses. En fonction du désir de grossesse ultérieure, un traitement conservateur peut être réalisé. Les principaux traitements conservateurs possibles sont soit de conserver le placenta in situ soit d'effectuer une résection myométriale partielle dans la zone accreta. Ces traitements conservateurs peuvent être réalisés seuls ou associés à des traitements de dé-vascularisation chirurgicale ou en radiologie interventionnelle. Pour l'optimisation de la voie d'abord en radiologie interventionnelle, la topographie de l'invasion placentaire est une donnée essentielle. Selon la position de l'atteinte, la méthode sera différente car l'utérus est le siège d'une vascularisation complexe. Jha et al. délimitent deux zones de vascularisation selon le plan de réflexion péritonéale. Cette limite est déterminée en IRM sur un plan sagittal, par une ligne passant par le milieu de la paroi postérieure de la vessie. Elle délimite une zone supérieure (S1) au-dessus de la réflexion péritonéale et une zone inférieure (S2) située au-dessous de cette ligne. La zone supérieure est dépendante de la vascularisation venant des artères



utérines, la zone inférieure est vascularisée du réseau anastomotique des branches collatérales des artères pudendales internes. Une invasion placentaire en regard de la zone supérieure (S1) nécessite donc un contrôle au niveau de l'artère iliaque interne alors qu'une invasion inférieure (S2) doit contrôler le flux sanguin au niveau aortique ou iliaque commun [25]. Une revue a rapporté un succès de l'artério-embolisation de 90 %, avec un taux d'hystérectomie secondaire de 11,3 % [36]. En revanche, il n'a pas été démontré un intérêt de l'artério-embolisation préventive [15].

CONCLUSION

L'imagerie a un rôle clé dans le diagnostic des anomalies d'insertion placentaire et dans la prise en charge en péri-partum de ces anomalies, notamment pour guider les gestes chirurgicaux ou de radiologie interventionnelle. Le diagnostic d'AIP reste difficile, et doit être réalisé par une équipe entraînée. L'échographie est l'examen de première intention et a une bonne valeur diagnostique et une bonne disponibilité. Les principaux signes à rechercher sont les lacunes placentaires, la perte de l'espace clair rétro-placentaire et les anomalies Doppler. L'association de plusieurs signes augmente la performance de l'échographie. L'IRM est l'examen de seconde intention. Elle permet dans certains cas une meilleure observation des signes d'invasion placentaire notamment dans le cadre d'insertion placentaire postérieure, dans la recherche d'une invasion paramétriale ou des organes adjacents. Elle doit être réalisée entre 28 et 32 SA. L'IRM permet aussi d'évaluer la meilleure prise en charge vasculaire en radiologie interventionnelle selon la localisation des anomalies d'insertion placentaire.

PROTECTION DES DROITS DES SUJETS HUMAINS ET ANIMAUX

Les auteurs déclarent que les travaux décrits n'ont pas impliqué d'expérimentations sur les patients, sujets ou animaux.

CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ ET CONFIDENTIALITÉ DES DONNÉES

Les auteurs déclarent que l'article ne contient aucune donnée personnelle pouvant identifier le patient ou le sujet.

Contribution et responsabilité des auteurs

L'ensemble des auteurs attestent du respect des critères de l'International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) en ce qui concerne leur contribution à l'article.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

RÉFÉRENCES

- [1] Buca D, Liberati M, Cali G, et al. Influence of prenatal diagnosis of abnormally invasive placenta on maternal outcome: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol Off J Int Soc Ultrasound Obstet Gynecol* 2018;52:304–9.
- [2] Marcellin L, Delorme P, Bonnet MP, et al. Placenta percreta is associated with more frequent severe maternal morbidity than placenta accreta. *Am J Obstet Gynecol* 2018;219:193.e1–9.
- [3] Thurn L, Lindqvist PG, Jakobsson M, et al. Abnormally invasive placenta-prevalence, risk factors and antenatal suspicion: results from a large population-based pregnancy cohort study in the Nordic countries. *BJOG Int J Obstet Gynaecol* 2016;123:1348–55.
- [4] De Mucio B, Serruya S, Alemán A, et al. A systematic review and meta-analysis of cesarean delivery and other uterine surgery as risk factors for placenta accreta. *Int J Gynaecol Obstet Off Organ Int Fed Gynaecol Obstet* 2019;147:281–91.
- [5] Jauniaux E, Chantraine F, Silver RM, et al. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: Epidemiology. *Int J Gynaecol Obstet Off Organ Int Fed Gynaecol Obstet* 2018;140:265–73.
- [6] Betran AP, Torloni MR, Zhang JJ, et al. WHO Statement on Caesarean Section Rates. *BJOG Int J Obstet Gynaecol* 2016;123:667–70.
- [7] Jauniaux E, Hussein AM, Fox KA, et al. New evidence-based diagnostic and management strategies for placenta accreta spectrum disorders. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2019;61:75–88.
- [8] Lerner JP, Deane S, Timor-Tritsch IE. Characterization of placenta accreta using transvaginal sonography and color Doppler imaging: Characterization of placenta accreta. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1995;5:198–201.
- [9] Timor-Tritsch IE, D'Antonio F, Cali G, et al. Early first-trimester transvaginal ultrasound is indicated in pregnancy after previous Cesarean delivery: should it be mandatory? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019;54:156–63.
- [10] Shih JC, Palacios Jaraquemada JMP, Su YN, et al. Role of three-dimensional power Doppler in the antenatal diagnosis of placenta accreta: comparison with gray-scale and color Doppler techniques. *Ultrasound Obstet Gynecol Off J Int Soc Ultrasound Obstet Gynecol* 2009;33:193–203.
- [11] Cali G, Forlani F, Timor-Trisch I, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound in detecting the depth of invasion in women at risk of abnormally invasive placenta: A prospective longitudinal study. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2018;97:1219–27.
- [12] Jauniaux E, Bhide A, Kennedy A, et al. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: Prenatal diagnosis and screening. *Int J Gynecol Obstet* 2018;140:274–80.
- [13] McGahan JP, Phillips HE, Reid MH. The anechoic retroplacental area: a pitfall in diagnosis of placental–endometrial abnormalities during pregnancy. *Radiology* 1980;134:475–8.
- [14] Baughman WC, Corteville JE, Shah RR. Placenta Accreta: Spectrum of US and MR Imaging Findings. *RadioGraphics* 2008;28:1905–16.
- [15] Collins SL, Alemdar B, van Beekhuizen HJ, et al. Evidence-based guidelines for the management of abnormally invasive placenta: recommendations from the International Society for Abnormally Invasive Placenta. *Am J Obstet Gynecol* 2019;220:511–26.
- [16] Jauniaux E, Collins SL, Jurkovic D, et al. Accreta placentation: a systematic review of prenatal ultrasound imaging and grading of villous invasiveness. *Am J Obstet Gynecol* 2016;215:712–21.
- [17] Dimitrova I, Jauniaux E, Zosmer N, et al. Development of a training program for the ultrasound screening of placenta accreta spectrum disorders. *Int J Gynaecol Obstet Off Organ Int Fed Gynaecol Obstet* 2019;147:73–7.
- [18] Morgan EA, Sidebottom A, Vacquier M, et al. The effect of placental location in cases of placenta accreta spectrum. *Am J Obstet Gynecol* 2019;221:357.e1–5.



- [19] Thorp JM, Councill RB, Sandridge DA, et al. Antepartum diagnosis of placenta previa percreta by magnetic resonance imaging. *Obstet Gynecol* 1992;80:506–8.
- [20] Familiari A, Liberati M, Lim P, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging in detecting the severity of abnormal invasive placenta: a systematic review and meta-analysis. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2018;97:507–20.
- [21] Meng X, Xie L, Song W. Comparing the diagnostic value of ultrasound and magnetic resonance imaging for placenta accreta: a systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Med Biol* 2013;39:1958–65.
- [22] Alamo L, Anaye A, Rey J, et al. Detection of suspected placental invasion by MRI: Do the results depend on observer' experience? *Eur J Radiol* 2013;82:e51–7.
- [23] Lim PS, Greenberg M, Edelson MI, et al. Utility of ultrasound and MRI in prenatal diagnosis of placenta accreta: a pilot study. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197:1506–13.
- [24] Horowitz JM, Berggruen S, McCarthy RJ, et al. When Timing Is Everything: Are Placental MRI Examinations Performed Before 24 Weeks' Gestational Age Reliable? *AJR Am J Roentgenol* 2015;205:685–92.
- [25] Jha P, Bourgioti C, Bharwani N, et al. Society of Abdominal Radiology (SAR) and European Society of Urogenital Radiology (ESUR) joint consensus statement for MR imaging of placenta accreta spectrum disorders. *Eur Radiol* 2020;30:2604–15.
- [26] Sannanjanja B, Ellermeier A, Hippe DS, et al. Utility of diffusion-weighted MR imaging in the diagnosis of placenta accreta spectrum abnormality. *Abdom Radiol N Y* 2018;43:3147–56.
- [27] Jha P, Rabban J, Chen L-M, et al. Placenta accreta spectrum: value of placental bulge as a sign of myometrial invasion on MR imaging. *Abdom Radiol N Y* 2019;44:2572–81.
- [28] Khalaf LMR, Zeid HA, Othman ER. Reliability of Magnetic Resonance Imaging in diagnosis and assessment the depth of invasion of placental accreta in high risk gravid women. *Clin Imaging* 2019;58:5–11.
- [29] Palacios-Jaraquemada JM, Bruno CH, Martín E. MRI in the diagnosis and surgical management of abnormal placentation. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2013;92:392–7.
- [30] Bour L, Placé V, Bendavid S, et al. Suspected invasive placenta: evaluation with magnetic resonance imaging. *Eur Radiol* 2014;24:3150–60.
- [31] Chen X, Shan R, Zhao L, et al. Invasive placenta previa: Placental bulge with distorted uterine outline and uterine serosal hypervascularity at 1.5T MRI - useful features for differentiating placenta percreta from placenta accreta. *Eur Radiol* 2018;28:708–17.
- [32] Finazzo F, D'antonio F, Masselli G, et al. Interobserver agreement in MRI assessment of severity of placenta accreta spectrum disorders. *Ultrasound Obstet Gynecol Off J Int Soc Ultrasound Obstet Gynecol* 2020;55:467–73.
- [33] Millischer AE, Deloison B, Silvera S, et al. Dynamic contrast enhanced MRI of the placenta: A tool for prenatal diagnosis of placenta accreta? *Placenta* 2017;53:40–7.
- [34] Allen L, Jauniaux E, Hobson S, et al. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: Nonconservative surgical management. *Int J Gynecol Obstet* 2018;140:281–90.
- [35] Smulian JC, Pascual A-L, Hesham H, et al. Invasive placental disease: the impact of a multi-disciplinary team approach to management. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2017;30:1423–7.
- [36] Sentilhes L, Kayem G, Ambroselli C, et al. Placenta accreta: fréquence, dépistage prénatal, prise en charge. *Presse Médicale* 2010;39:765–77.