



HAL
open science

La surveillance du retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire par la vélocimétrie du Doppler ombilical

Anne Boizard

► **To cite this version:**

Anne Boizard. La surveillance du retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire par la vélocimétrie du Doppler ombilical. Gynécologie et obstétrique. 2012. dumas-00724560

HAL Id: dumas-00724560

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00724560v1>

Submitted on 21 Aug 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

AVERTISSEMENT

Ce mémoire est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'Etat de sage-femme. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2-L 335.10



UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Faculté de Médecine Paris Descartes

ECOLE DE SAGES-FEMMES BAUDELOCQUE

Mémoire pour obtenir le
Diplôme d'Etat de Sage-Femme

Présenté et soutenu publiquement

le : 13 Avril 2012

par

Anne BOIZARD

Née le 13/01/1980

**La surveillance du retard de croissance
intra-utérin d'origine vasculaire par la
vélocimétrie du Doppler ombilical**

DIRECTEUR DU MEMOIRE :

Monsieur Vassilis TSATSARIS

Professeur universitaire-Praticien hospitalier,
Maternité Port Royal

CO-DIRECTEUR DU MEMOIRE

Madame Sylvie DUQUENOIS

Sage-femme formatrice, Ecole Baudelocque

JURY :

Professeur CABROL

Madame DRAN

Directeur technique et d'enseignement

Représentante de la directrice de l'école de Sages-Femmes,
Baudelocque

Madame GOUSSOT-SOUCHET

Sage-femme

Madame LAMALI

Sage-femme

Madame DUQUENOIS

Co-directrice du mémoire, sage-femme enseignante

N° du mémoire : 2012PA05MA04

Remerciements

Je remercie Vassilis Tsatsaris et Sylvie Duquenois pour m'avoir guidé dans ce travail. Je remercie Francine Proulx pour la réalisation de tous les examens échographiques de l'étude ainsi qu'Anne-Gaëlle Cordier.

Un grand merci à Edouard Lecarpentier pour son aide et sa disponibilité.

Je remercie mes collègues de la maternité de l'hôpital Jean Verdier qui m'ont encouragée et soutenue dans mon projet professionnel.

Je remercie mes amis et ma famille pour leur présence au cours des cinq dernières années.

Table des matières

Remerciements.....	C
Liste des tableaux	I
Liste des figures.....	II
Lexique	III
Introduction.....	1
Première partie : Cadre conceptuel	3
1.1 Anatomie et physiologie foeto-placentaire.....	3
1.1.1 <i>Physiologie utéro-placentaire</i>	3
1.1.2 <i>Circulation fœtale</i>	4
1.1.2.1 La veine ombilicale	4
1.1.2.2 Le cœur	4
1.1.2.3 Le canal artériel.....	5
1.1.2.4 L'isthme aortique	5
1.1.2.5 L'anastomose de Hyrtl	6
1.1.3 <i>Physiopathologie</i>	6
1.2 Le retard de croissance intra utérin.....	7
1.2.1 <i>Définition</i>	7
1.2.3 <i>Les courbes de croissance personnalisées</i>	9
1.2.4 <i>Les étiologies du retard de croissance intra-utérin</i>	9
1.2.5 <i>Dépistage et diagnostic du retard de croissance intra-utérin</i>	10
1.2.5.1 Dépistage	10
1.2.5.2 Diagnostic	11
1.2.6 <i>Prise en charge du retard de croissance intra-utérin</i>	12
1.2.6.1 Interrogatoire	12
1.2.6.2 Examen clinique	12
1.2.6.3 Examens complémentaires	13
1.3 La vélocimétrie Doppler.....	14
1.3.1 <i>Le Doppler utérin</i>	14
1.3.1.1 Définition	14
1.3.1.2 Technique de mesure	15
1.3.1.3 Aspect physiologique	16
1.3.1.4 Aspect pathologique	17
1.3.2 <i>Le Doppler ombilical</i>	18
1.3.2.1 Définition	18

1.3.2.2	Technique de mesure	19
1.3.2.3	Aspect physiologique	19
1.3.2.4	Aspect pathologique	20
1.3.3	<i>Le Doppler cérébral</i>	21
1.3.3.1	Définition	21
1.3.3.2	Technique de mesure	22
1.3.3.3	Aspect physiologique	22
1.3.3.4	Aspect pathologique	23
1.3.4	<i>Le ductus venosus</i>	23
1.3.4.1	Définition	23
1.3.4.2	Technique de mesure	24
1.3.4.3	Aspect physiologique	25
1.3.4.4	Aspect pathologique	25
	Deuxième partie : Méthodologie de l'étude	26
2.1	Problématique	26
2.2	Hypothèses	27
2.3	Objectifs.....	27
2.4	Méthodologie.....	28
2.4.1	<i>Matériel et méthode</i>	28
2.4.1.1	Lieu.....	28
2.4.1.2	Méthode.....	28
2.4.1.3	Les critères d'inclusion	30
2.4.1.4	Les critères d'exclusion	30
2.4.2	<i>Taille de l'échantillon</i>	30
2.4.3	<i>Modalités de recueil</i>	30
2.4.4	<i>Résultats</i>	31
2.5	Résultats de l'étude	32
	Troisième partie : Analyse et discussion des résultats	43
3.1	Critique de l'étude.....	43
3.2	Données générales de l'étude	44
3.3	Hypothèse n° 1	47
3.4	Hypothèse n° 2	50
3.5	Hypothèse n° 3	55
3.6	Propositions	59
3.7	Rôle de la sage-femme	60
	Conclusion	63
	Bibliographie	65

Liste des tableaux

Tableau 1 : Description générale de la population	32
Tableau 2 : Pathologies vasculaires développées en cours de grossesse	33
Tableau 3 : Indications de césariennes réalisées avant travail	34
Tableau 4 : Echographies Doppler et leur répartition dans le temps.....	35
Tableau 5 : Données cliniques et paracliniques en fonction du Doppler ombilical pour un poids de naissance inférieur au 10° percentile	36
Tableau 6 : Données cliniques et paracliniques en fonction du Doppler ombilical pour un poids de naissance inférieur au 5° percentile	37
Tableau 7 : Données cliniques et paracliniques en fonction du Doppler ombilical pour un âge gestationnel inférieur à 32 semaines d'aménorrhée	38
Tableau 8 : Données néonatales	40
Tableau 9 : Données néonatales en fonction du Doppler ombilical	41

Liste des figures

Figure 1 : Antécédents médicaux et obstétricaux vasculaires maternels	33
Figure 2 : Répartition des patientes selon le mode d'accouchement	34
Figure 3 : Age gestationnel au moment de l'accouchement	39
Figure 4 : Score d'Apgar inférieur à 7 en fonction du temps	39

Lexique

ACC : anticorps anticoagulants circulants
ACL : anticorps anticardiolipines
ACM : artère cérébrale moyenne
ADN : acide désoxyribonucléique
Bpm : battements par minute
CA : canal d'Arantius
CMV : cytomégalovirus
DES : diéthylstilbestrol
DN : diastole nulle
DO: Doppler ombilical
DPB : diastole positive bilatérale
DNB : diastole nulle bilatérale
DNU : diastole nulle unilatérale
DU : Doppler utérin
DV : ductus venosus
ID : index diastolique
EPF : estimation de poids foetal
HTA : hypertension artérielle
IFI : index du flux sanguin de l'isthme aortique
IMG : interruption médicale de grossesse
IP : index de pulsatilité
IR : index de résistance
MFIU : mort foetale in utéro
PC : pôle céphalique
PCR : polymerase chain reaction
PE : pré-éclampsie
RCP : rapport cérébro-placentaire
RF : reverse flow
SA : semaines d'aménorrhée
SAPL : syndrome des antiphospholipides
STT : syndrome transfuseur, transfusé
VCT : variabilité à court terme

Introduction

En 2010, l'enquête nationale périnatale française recense 4,1% de retard de croissance intra-utérin toutes causes confondues.

Son diagnostic et sa prise en charge au cours de la grossesse sont essentiels en raison des risques de morbidité et de mortalité auxquels les nouveau-nés sont exposés. Ne pas diagnostiquer un fœtus en retard de croissance, c'est mettre en péril son pronostic vital fœtal. A contrario, identifier un fœtus comme étant en retard de croissance par erreur est l'exposer à des interventions inutiles.

L'élément décisionnel obstétrical est le moment optimal de l'accouchement mais il n'y a pas de consensus sur les indications d'extraction fœtale.

Le Doppler ombilical est un moyen utile de discriminer les grossesses les plus à risque de morbidité et de mortalité périnatale. En revanche, il a une faible valeur prédictive positive dans les situations physiologiques. Des études ont été réalisées sur la comparaison du Doppler ombilical au niveau de différents sites de mesure, sur cordon libre, au niveau para-vésical, ainsi que sur les différences de résistance importantes pouvant exister entre les deux artères ombilicales. Cependant il n'y a pas eu d'étude sur la vélocimétrie Doppler des artères para-vésicales pour les populations à haut risque périnatal.

L'objectif de ce travail est d'établir l'intérêt de mesurer le Doppler ombilical au niveau des deux artères dans un contexte de retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire.

Nous avons donc réalisé une étude prospective sur deux maternités de type III, à l'hôpital Port Royal à Paris et à l'hôpital Antoine Bécclère à Clamart.

Après avoir rappelé la physiologie de la placentation et de la circulation fœtale, nous aborderons le retard de croissance intra-utérin et sa surveillance par la vélocimétrie Doppler.

Dans un second temps nous exposerons les résultats de notre étude. Enfin, nous discuterons ces résultats et l'intérêt de mettre en place, dans un contexte de retard de croissance intra-utérin, une surveillance des deux artères ombilicales.

Première partie :

Cadre conceptuel

1.1 Anatomie et physiologie foeto-placentaire

1.1.1 Physiologie utéro-placentaire

Des branches des artères hypogastriques et des artères ovariennes donnent les artères utérines qui, à la partie moyenne du myomètre, donnent les artères arquées. Ces dernières, parallèles à la surface de l'organe, donnent naissance aux artères radiées à angle droit qui se divisent en artères basales pour le myomètre et en artères spiralées destinées à l'endomètre.

Lors d'une grossesse, les artères spiralées prolifèrent, augmentent de diamètre afin d'apporter les apports suffisants au métabolisme fœtal et aux échanges placentaires.

L'œuf s'implante dans l'épaisseur de la muqueuse utérine, il est composé du trophoblaste, qui prolifère, de la cavité interne, du bouton embryonnaire et de liquide amniotique.

L'espace intervilloux se divise en chambre intervillieuse délimitée par des septa.

La circulation ombilicale se développe à l'intérieur des arborisations villositaires. La circulation placentaire est dite hémochoriale car les sangs fœtal et maternel sont séparés par une fine membrane chorale et de l'endothélium vasculaire ombilical.

Le sang arrive par les artères utérines aux artères spiralées, qui ont perdu leur tunique musculaire lors de l'invasion trophoblastique, et traverse le myomètre pour se jeter dans l'espace intervilloux au niveau de la plaque basale. Le sang maternel arrive avec une pression de 70 à 80 mmHg vers la plaque chorale avec une vitesse qui peut atteindre 300 mm.sec⁻¹ (1). La chambre intervillieuse est perfusée en alternance, la pression est de 10mmHG comme celle de la cavité amniotique. Le sang circule entre les villosités chorales vers le sinus marginal à 10 mmHg. La

pression dans les villosités choriales est de 40mmHg. Le sang maternel quitte la chambre intervillieuse par des orifices veineux où la pression est de 8 mmHg.

Il n'y a pas d'autorégulation des artères utérines, elles sont vasodilatées et le débit sanguin varie en fonction de la pression artérielle maternelle. Le débit utéro-placentaire est sensible aux activités maternelles, à la nicotine ou la caféine entraînant une vasoconstriction utérine et donc une baisse du débit pouvant retentir sur l'évolution fœtale (2).

1.1.2 Circulation fœtale

1.1.2.1 La veine ombilicale

Le flux sanguin parvient au fœtus par la veine ombilicale. Le débit sanguin augmente avec l'âge gestationnel, il passe d'environ 120 ml/min/kg à 20 SA à 65 ml/min/kg à terme.

Une grande partie de ce flux est destinée au foie. Le lobe hépatique gauche est irrigué par plusieurs branches de la veine ombilicale qui s'anastomose avec la veine porte pour donner plusieurs branches irriguant à leur tour le lobe hépatique droit (3). L'extraction hépatique en oxygène est faible de sorte qu'une grande partie de l'oxygène véhiculé par la veine ombilicale soit destinée au cœur gauche fœtal (4). La répartition de ce flux est soumise à une régulation. En effet, en cas de diminution des pressions dans la veine ombilicale, la diminution des pressions est plus importante au niveau hépatique (5).

1.1.2.2 Le cœur

La circulation fœtale fonctionne presque en série. Le cœur fœtal est composé de deux oreillettes et deux ventricules avec des parois d'épaisseurs semblables. Les ventricules fonctionnent en parallèle et irriguent conjointement le fœtus et le placenta.

Le sang désoxygéné passe des veines caves supérieure et inférieure à l'oreillette droite pour rejoindre le ventricule droit puis le tronc de l'artère pulmonaire dont les branches sont peu développées. L'artère pulmonaire rejoint l'aorte

thoracique descendante par le canal artériel (shunt anatomique droit gauche) pour ensuite rejoindre le compartiment placentaire à basse résistance (3).

L'oreillette gauche reçoit d'une part du sang de l'oreillette droite empruntant un deuxième shunt anatomique : le foramen ovale (ou trou de Botal), et d'autre part du sang provenant des veines pulmonaires. Le sang oxygéné passant par le trou de Botal provient préférentiellement du canal veineux et des veines hépatiques gauches et médianes (6)(3)(7)(8).

A ce sujet, différentes hypothèses ont été formulées, dont une révélant que les vitesses de circulation dans la portion terminale du canal d'Arantius sont bien supérieures aux vitesses de la veine cave inférieure (9).

Le flux se dirigeant vers l'oreillette droite provient plutôt de la veine hépatique droite (2)(10). Le flux sanguin rejoint ensuite le ventricule gauche puis l'aorte ascendante qui donne naissance aux artères coronaires et se poursuit par la crosse aortique permettant à des artères d'irriguer la région cervico-encéphalique.

1.1.2.3 Le canal artériel

La majeure partie du flux sanguin éjecté par le ventricule droit rejoint l'aorte descendante par le canal artériel du fait des résistances vasculaires pulmonaires élevées.

L'aorte, après avoir reçu le sang du canal artériel, traverse le diaphragme puis donne les branches abdominales avant de se terminer en artères iliaques internes d'où naissent les artères ombilicales.

1.1.2.4 L'isthme aortique

L'isthme aortique se situe après l'émergence de l'artère sous-clavière gauche. Il fait communiquer la crosse de l'aorte avec l'aorte descendante. En situation physiologique, le flux de l'isthme aortique est antérograde en systole comme en diastole et reflète l'équilibre ventriculaire.

1.1.2.5 L'anastomose de Hyrtl

L'anastomose de Hyrtl est une connexion entre les artères ombilicales. Elle est toujours située à proximité de l'insertion placentaire, en revanche sa structure anatomique est variable (11). Elle est le seul lien entre les artères ombilicales et les branches de la surface placentaire (12). Elle est présente chez la majorité des femmes enceintes et les hypothèses concernant son rôle sont la régulation de la pression artérielle entre les territoires placentaires et la régulation de la distribution du débit sanguin fœtal vers le placenta. Elle serait un shunt en cas de compression placentaire lors d'une contraction utérine ou de l'occlusion d'une artère ombilicale (11).

La résistance à l'écoulement du flux sanguin dans les artères ombilicales diffère souvent considérablement l'une de l'autre et cela d'autant plus que l'âge gestationnel est bas. Une tendance à l'égalisation et à la diminution de la résistance au flux est observée à terme ce qui est imputé à la maturation de l'anastomose.

1.1.3 Physiopathologie

La fonction cardiaque fœtale permet d'assurer les besoins énergétiques du fœtus nécessaires aux échanges gazeux et nutritionnels ainsi qu'à sa croissance (2). La circulation fœtale se distingue de celle de l'adulte en différents points permettant au fœtus de faire face à une insuffisance vasculaire placentaire, en préservant son oxygénation cérébrale, ou permettant encore de voir sa vie compatible avec certaines malformations cardiaques.

Au niveau périphérique la majeure partie du débit cardiaque combiné est attribuée au placenta (40 à 50%) (13), celui-ci voit sa part diminué à mesure que l'on avance dans le terme, 3 à 4% est attribué au débit sanguin cérébral (14). Celui-ci est très sensible aux variations des gaz respiratoires. En effet, une hypoxie et ou une hypercapnie entraîneraient une vasodilatation des artères cérébrales afin d'irriguer les organes nobles (15).

Le fœtus est doué d'autorégulation. En cas d'hypoxie, les débits ombilical et cardiaque sont abaissés, l'activité sympathique s'élève et les résistances hémodynamiques sont modifiées. L'oxygénation myocardique et cérébrale est ainsi maintenue au détriment des territoires splanchnique, musculaire, cutané et pulmonaire. Les trois shunts interviennent dans ces modifications de flux, le sang de la veine ombilical est détourné par le canal d'Arantius, le sang provenant de la veine cave inférieure est plus détourné par le foramen ovale et la moitié inférieure du corps est perfusée par le canal artériel.

C'est ainsi qu'en situation d'hypoxie, on observe une diminution voire une annulation du débit de l'isthme aortique, un flux diastolique nul voire rétrograde apparaît de l'aorte descendante vers les troncs supra-aortiques (3), les résistances myocardiques et cérébrales s'abaissent et les résistances ombilicales s'élèvent (1). L'apparition d'un flux rétrograde au travers de l'isthme aortique pourrait être l'une des premières modifications hémodynamique fœtale.

1.2 Le retard de croissance intra utérin

1.2.1 Définition

Un amalgame est souvent fait entre une suspicion d'hypotrophie et un retard de croissance intra-utérin (RCIU). On parle d'hypotrophie lorsque le poids de naissance est inférieur au 10° percentile, d'hypotrophie modérée lorsqu'il est compris entre le 10° et le 3° percentile et d'hypotrophie sévère lorsqu'il est inférieur au 3° percentile d'après les courbes de référence (16)(17). In utéro, on parle de suspicion d'hypotrophie.

Le retard de croissance intra-utérin est une anomalie de la dynamique de croissance fœtale. Le fœtus présente un infléchissement ou un arrêt de sa croissance évalué par la mesure des biométries faites lors d'échographies successives à deux ou trois semaines d'intervalle. On parlera de RCIU sévère pour un périmètre abdominal (PA) inférieur au 3° percentile.

En échographie, les mesures les plus utilisées sont le diamètre bipariétal, la longueur fémorale et la circonférence abdominale selon les références de Haldlock et al. (18). Il semble que ces mesures soient optimales pour une estimation de poids fœtal comprise entre 1500 et 4000 grammes (19), en deçà, le paramètre biométrique ayant la meilleure sensibilité est le périmètre abdominal (18). Pour un périmètre abdominal inférieur au 5° percentile, la sensibilité est de 61 à 86%, le périmètre céphalique a une sensibilité moindre, de 48 à 67% (18). La sensibilité de la longueur fémorale ne dépasse pas 45% (20). La valeur prédictive de l'estimation de poids fœtal est de l'ordre de 85%.

Il faut distinguer les fœtus constitutionnellement petits ayant une croissance conservée, une quantité de liquide amniotique normale et des Doppler normaux, en lien à des facteurs parentaux ou ethniques, des fœtus présentant une restriction de leur croissance.

Pour parler de RCIU, il faut connaître la date de début de grossesse avec certitude. Elle peut être calculée grâce à la date des dernières règles, si la patiente a des cycles réguliers, par une échographie précoce grâce à la mesure de la longueur cranio-caudale entre 11 et 14+6 SA (au deuxième et troisième trimestre par le périmètre céphalique) ou encore par la date d'induction de l'ovulation ou de l'insémination.

Les retards de croissance intra-utérins peuvent être :

- harmonieux (ou symétriques), tous les paramètres biométriques sont touchés, le pôle céphalique, le périmètre abdominal et le fémur. Ils sont de constitution précoce, de mauvais pronostic néonatal et leur origine serait plutôt génétique, infectieuse ou malformative. Ils représentent 20% des RCIU.
- dysharmonieux (ou asymétriques), le paramètre biométrique le plus touché est le périmètre abdominal, le pôle céphalique étant conservé par le phénomène d'épargne céphalique. Ils sont de constitution plus tardive, liés le plus souvent à une insuffisance placentaire responsable d'une diminution des réserves en glycogène. Ils représentent 80% des RCIU (16).

Le moment où intervient le facteur étiologique détermine donc le type de RCIU.

1.2.3 Les courbes de croissance personnalisées

La croissance fœtale est dépendante de nombreux facteurs : la génétique, la parité, le sexe, l'environnement, les conduites addictives, les antécédents maternels, la notion d'infection, de prise médicamenteuse (16)(21). Pour avoir une meilleure sensibilité de la dynamique de croissance fœtale, il faudrait déterminer le poids attendu d'un fœtus génétiquement dans des conditions environnementales parfaites pour le comparer à l'estimation de poids de ce même fœtus (22).

Aujourd'hui, le fœtus est comparé à la population générale, c'est la raison pour laquelle il est important d'utiliser des courbes représentatives de celui-ci. L'interprétation doit être faite avec prudence en fonction du sexe de l'enfant, de la parité et de la stature parentale.

Tous ces facteurs associés aux variations inter opérateurs pour les mesures échographiques influent pour le diagnostic de RCIU. C'est pourquoi les Doppler, la quantité de liquide amniotique, les mouvements actifs fœtaux et la surveillance cardiotocographique sont tout aussi importants. Une méta-analyse de 18 études randomisées a établi un lien entre la présence d'un oligoamnios et le score d'Apgar mais pas avec le taux d'acidose néonatale dans un contexte de retard de croissance intra-utérin (23). La quantité de liquide amniotique (oligoamnios ou hydramnios) serait plutôt un paramètre du caractère chronique du RCIU.

1.2.4 Les étiologies du retard de croissance intra-utérin

Les étiologies peuvent être :

- maternelles (15%) :
 - o vasculaires liées à une diminution du débit utéro-placentaire perturbant les échanges materno-fœtaux (hypertension artérielle (HTA), pré éclampsie (PE), lupus, néphropathie, syndrome des anti-phospholipides (SAPL))
 - o utérines (hypoplasie utérine comme lors d'une exposition au diéthylstilbestrol (DES), malformation utérine, fibrome)
 - o conduites addictives (consommation de tabac, d'alcool, prise médicamenteuse)
 - o malnutrition, maladie infectieuse, pathologie métabolique, diabète

- fœtales (22%) :
 - infection virale (cytomégalovirus (CMV))
 - anomalies chromosomique, génétique, congénitale (16)

- funiculaires (35%) (insertion vélamenteuse, nœuds) ou placentaires (microscopique comme un infarctus ou macroscopique comme un chorioangiome)

- grossesses multiples (3%) (grossesse monochoriale avec un syndrome transfuseur transfusé, STT),

- idiopathiques (25%) (24)(25).

En début de grossesse, le processus de remodelage artériel donne de nouvelles conditions de circulation avec une baisse importante du tonus artériel. Une absence ou une insuffisance de ce processus s'associe à un risque accru de fausses couches ou de complications vasculaires (26). Son processus plutôt stable et définitif reflète l'hypoxie chronique retrouvée au niveau des villosités placentaires (26).

1.2.5 Dépistage et diagnostic du retard de croissance intra-utérin

Plus le RCIU est précoce et sévère et plus les risques de complications et de séquelles sont importants. Ces enfants plus petits sont plus fragiles et donc plus exposés à des complications respiratoires, métaboliques, à des retards staturo-pondéraux voire des troubles neuro-développementaux (21). Les conséquences à court, moyen et long terme auxquelles le RCIU expose l'enfant justifient l'intérêt de son dépistage et la mise en place d'une prise en charge adaptée.

1.2.5.1 Dépistage

La mesure de la hauteur utérine est un examen clinique fait à titre systématique lors de la surveillance de la grossesse permettant d'évaluer la croissance de l'utérus. La patiente doit être en position gynécologique, vessie et rectum vides. La mesure se fait à l'aide d'un mètre ruban placé entre le bord

supérieur de la symphyse et le fond utérin. Au cours d'une grossesse normale, la hauteur utérine augmente de quatre centimètres par mois jusqu'à 32 semaines d'aménorrhée (SA) puis de deux centimètres par mois jusqu'à terme. C'est un examen simple, efficace et facilement reproductible pour évaluer la croissance utérine à condition de respecter les critères de sa mise en pratique. Des études parlent d'une sensibilité de la mesure de 41 à 86% et cela d'autant plus qu'elle est réalisée entre 22 et 32 semaines d'aménorrhée (21) (27)(28).

Cependant, il y a des différences inter-opérateurs et plusieurs facteurs peuvent expliquer une hauteur utérine qui n'est pas en rapport avec le terme comme un indice de masse corporel maternel élevé, la présence de fibromes utérins, la quantité de liquide amniotique, la présentation fœtale.

Pour ces raisons, les études sont contradictoires quant à son rôle comme moyen de dépistage, certains la considèrent plus comme un outil de surveillance (21).

Elle doit toujours s'accompagner d'une palpation abdominale pour une évaluation clinique du poids fœtal, la recherche de la hauteur de la présentation, de sa variété, bien qu'elle dépende, elle aussi, de nombreux facteurs.

1.2.5.2 Diagnostic

En population générale, le diagnostic de retard de croissance intra-utérin peut se faire par l'échographie systématique du deuxième trimestre (22 SA) ou, le plus souvent lors de l'échographie de croissance du troisième trimestre (32 SA).

Le diagnostic peut aussi se faire dès 24, 26 SA lors de la surveillance spécifique mise en place pour les populations à risque, c'est dans ce cas que la valeur prédictive positive est la plus forte. En cas d'antécédents de pathologie vasculaire maternelle, d'hypertension artérielle chronique ou gravidique, de pré-éclampsie, d'éclampsie, de RCIU, d'hématome rétro placentaire, de mort in utero (MIU), un dépistage systématique va être instauré. La fréquence de récurrence de RCIU pouvant atteindre 20 à 30%.

L'échographie va permettre de mesurer les biométries (à reporter sur les courbes de référence), d'estimer le poids fœtal, d'évaluer la dynamique de croissance fœtale ainsi que les mouvements actifs fœtaux et de mesurer la quantité de liquide amniotique.

Deux examens successifs doivent être séparés d'au moins 14 jours, le taux de faux positifs diminue en espaçant le temps entre deux échographies. Le périmètre abdominal est le paramètre qui a la plus grande sensibilité pour le diagnostic de RCIU (29).

Les moyens de dépistage mis en place doivent être fiables, reproductibles, sensibles et spécifiques.

1.2.6 Prise en charge du retard de croissance intra-utérin

1.2.6.1 Interrogatoire

Le bilan va commencer par l'interrogatoire :

- renseignements généraux : âge, parité, conduites addictives,
- antécédents familiaux : hypertension artérielle (HTA), diabète,
- antécédents personnels : HTA, diabète, lupus, néphropathie,
- antécédents gynécologiques : malformation utérine, fibromes, exposition au DES,
- antécédents obstétricaux : fausse couche spontanée (FCS), RCIU, MIU,
- déroulement de la grossesse actuelle : HTA, pré-éclampsie, diabète, néphropathie, syndrome des antiphospholipides (SAPL), grossesse multiple, conduites addictives.

1.2.6.2 Examen clinique

Pour l'examen clinique général, on surveille la pression artérielle, on va être plus attentif à la présence de signes fonctionnels d'hypertension artérielle (céphalées, phosphènes, myodysopsies, acouphènes, barre épigastrique), d'œdèmes.

On surveille la prise de poids, les réflexes ostéo-tendineux, la bandelette urinaire.

Pour l'examen obstétrical, on vérifie la présence des mouvements actifs fœtaux, on mesure la hauteur utérine, on vérifie la présentation fœtale à la palpation abdominale.

1.2.6.3 Examens complémentaires

Des examens complémentaires sont mis en place :

- une échographie de référence afin de confirmer le diagnostic de RCIU (mesure des biométries), de rechercher une éventuelle malformation fœtale, des signes vasculaires (anomalies placentaires, oligoamnios, mesure des Doppler),
- un bilan sanguin maternel général (numération formule sanguine, plaquettes, bilan hépatique), associé, en fonction du contexte, à un bilan plus spécifique à la recherche d'une anémie fœtale (test de Kleihauer, recherche d'agglutinines irrégulières), de thrombophilie constitutionnelle (protéine C et S, antithrombine III, facteur II et V leiden) ou acquise (ACC, ACL) pouvant être associée à une maladie de système, d'infection (rubéole, toxoplasmose, CMV, parvovirus B 19), protéinurie, examen cytobactériologique des urines,
- une ponction de liquide amniotique afin de réaliser un caryotype, une recherche de CMV par PCR, une extraction d'ADN, une recherche de maladie métabolique.

Leur prise en charge va dépendre du contexte, du terme (corticothérapie prénatale), de la date de survenue du RCIU, des antécédents maternels (traitement préventif par aspirine), de la présence ou non d'une pathologie maternelle, des données échographiques (biométries, EPF, quantité de liquide amniotique, doppler, vitalité fœtale), du RCF, de la VCT, de l'environnement pédiatrique, de l'information parentale. Toute attitude systématique est rejetée, la décision d'extraction fœtale se prend au cas par cas. Le problème qui se pose est le meilleur moment pour décider d'une extraction fœtale, d'autant plus qu'il se pose à des termes où il faut évaluer les bénéfices de poursuivre la grossesse et les risques de complications liées à une prématurité induite.

L'analyse du RCF reste actuellement la méthode de référence pour la décision d'extraction fœtale. La VCT est une analyse informatisée du RCF qui n'est pas visible à l'œil nu. Elle consiste à calculer la fréquence cardiaque fœtale moyenne en battements par minute (bpm). Elle calcule une moyenne des intervalles entre les

battements les plus hauts et les plus bas sur une période de 3,75 secondes. L'analyse donne ainsi une moyenne globale toutes les minutes. Elle est significative en fonction de l'âge gestationnel entre 25 SA et 34 SA (30) et prend en compte aussi les mouvements actifs fœtaux.

Le RCF et la VCT sont des examens simples, non invasifs et s'interprètent dans un contexte en tenant compte des tracés antérieurs.

L'apparition d'une souffrance fœtale est toujours précédée d'une altération des résistances vasculaires, raison pour laquelle la vélocimétrie Doppler a une valeur pronostique en cas d'hypoxie.

1.3 La vélocimétrie Doppler

L'échographie Doppler offre une méthode non invasive pour évaluer l'hémodynamique fœtale.

L'exploration cardio-circulatoire fœtale comprend les circulations utérine, ombilicale et cérébrale. L'appareil utilisé doit être un échographe bidimensionnel combiné à un appareil doppler pulsé et à un analyseur spectral. L'étude des circulations permet de distinguer une souffrance fœtale d'une malformation cardiaque fœtale en mettant en évidence les anomalies fonctionnelles.

Les vitesses systoliques dépendent surtout de la force de contraction myocardique et les vitesses diastoliques des résistances hémodynamiques.

1.3.1 Le Doppler utérin

1.3.1.1 Définition

La vélocimétrie Doppler des artères utérines est l'étude de la circulation placentaire versant maternel (utéro-placentaire). Elle permet l'évaluation des résistances utéro-placentaires et est caractérisée par des résistances basses et des flux diastoliques élevés qui reflètent l'hémodynamique du réseau d'aval (26).

En pratique, il est réalisé au cours de l'échographie morphologique du deuxième trimestre de façon systématique chez les primipares ou en cas d'antécédent(s) de pathologie vasculaire ou de terrain vasculaire chez les multipares (hypertension

artérielle gravidique, RCIU d'origine vasculaire, hématome rétro-placentaire (HRP), lupus, thrombophilie, tabagisme et toxicomanie).

L'intérêt du Doppler utérin (DU) est de dépister une population à risque vasculaire en population générale. Réalisé de façon précoce, il peut permettre d'instaurer un traitement préventif en cas de Doppler utérin pathologique (par aspirine avant 20 SA) (31) bien qu'il n'existe aucune preuve scientifique de l'efficacité de ce traitement dans ce cas (21).

Il permet dans une population à haut risque d'évaluer le risque fœtal, d'accroître la surveillance clinique et échographique et d'orienter les patientes vers une maternité de type III si cela est nécessaire.

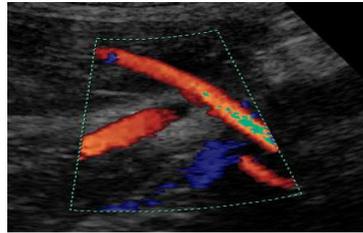
Il fait partie du bilan étiologique du RCIU, y compris en cas de mort fœtale in-utéro (MFIU). Un Doppler utérin normal en cas de RCIU oriente plutôt vers une cause fœtale ou foeto-placentaire.

Au cours du premier trimestre il a une valeur pronostique pour le devenir de la grossesse en cours, il dépisterait 25% des RCIU. Au deuxième et troisième trimestre il a une valeur diagnostic en ce qui concerne l'état du fœtus, il dépisterait alors 75% des RCIU avec un taux de faux positifs de 5 à 10% (21)(32).

1.3.1.2 Technique de mesure

La mesure se fait par voie abdominale la plupart du temps, la voie vaginale peut être utile en cas d'obésité maternelle. On repère l'artère utérine, qui naît de l'artère iliaque interne et remonte latéralement le long du corps utérin, à l'aide du Doppler couleur en mode pulsé sur le bord latéral de l'utérus, 2 à 3 cm en dedans des épines iliaques. La mesure du spectre se fait au dessus de la crosse de l'artère utérine, sur sa partie verticale au premier trimestre. Au deuxième et troisième trimestre la mesure se fait sur la portion ascendante, au croisement de l'artère utérine et de l'artère iliaque externe (31). On recherche un flux parallèle au faisceau d'ultrasons à moins de 45°.

L'index de pulsatilité (IP) est la mesure de référence, l'index de résistance de Pourcelot (IR) ou l'index diastolique D/S (ID) sont également utilisés (31).

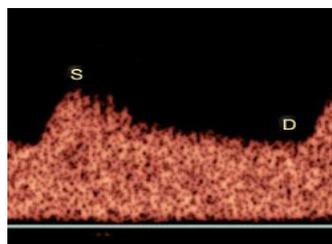


www.centrus.com

1.3.1.3 Aspect physiologique

Le régime utéro-placentaire est à basse pression et à fort débit en rapport avec le développement placentaire et la transformation des artères spiralées. En début de grossesse, le spectre Doppler des artères utérines est celui d'une artère musculaire avec une incisure protodiastolique (notch) qui reflète l'existence d'un reflux sanguin et qui doit disparaître entre 12 et 24 SA (26). L'indice de résistance s'abaisse au cours de la grossesse d'environ 25% en situation normale tandis que le débit augmente pour atteindre 600 ml/min pour les deux artères.

Le pic systolique représente une phase ascendante rapide et la diastole une pente descendante progressive de niveau élevé. Ce spectre reflète une vasodilatation presque maximale des artères utérines et arquées et la béance du lit vasculaire d'aval (26).



www.centrus.com

L'interprétation de l'indice de résistance se fait en fonction de l'âge gestationnel. En situation physiologique, les index de résistance doivent être normaux des deux côtés et les notchs doivent être absents des deux côtés

également. L'IR doit être inférieur ou égal à 0,60 et l'ID supérieur ou égal à 0,4. Au premier trimestre, on prendra comme valeur limite, pour l'IR 0,85 et pour l'IP 2,35.

Il semble tout de même qu'une vélocimétrie utérine anormale ne soit pas une condition suffisante au développement d'une complication vasculaire, elle est par contre à considérer comme un facteur de risque.

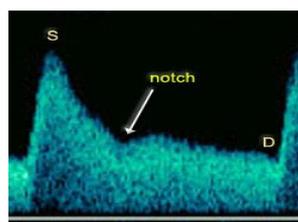
1.3.1.4 Aspect pathologique

Un IR augmenté signe un flux diastolique diminué ce qui oriente vers un défaut d'invasion trophoblastique et un manque de perte d'élasticité des artères spiralées. L'hémodynamique utéro-placentaire est marquée par la persistance de résistances élevées au niveau du lit vasculaire d'aval (26). La précocité de l'élévation des résistances à une valeur pronostique négative. Plus l'adaptation utéro-placentaire est tardive et plus le taux de complications est élevé (33).

Cette augmentation de résistance peut être associée ou non à la présence d'une incisure protodiastolique (notch) uni ou bilatérale. Sa persistance au-delà de 24, 26 SA est donc un signe de mauvaise adaptation du réseau artériel à la grossesse. Ce phénomène peut être à l'origine de la survenue de complications vasculaires, la plus fréquente étant le RCIU. Un index utérin pathologique prédirait la survenue d'un RCIU dans 80% des cas.

Une corrélation significative existe entre le poids de naissance et l'IR moyen au 1^{er} trimestre et cela indépendamment de la présence d'une incisure protodiastolique.

La situation peut être asymétrique avec un IR augmenté et, ou la présence d'un notch d'un seul côté. L'interprétation se fait en fonction de la localisation placentaire. La valeur prédictive négative est augmentée si le doppler pathologique se situe du côté placentaire.



www.centrus.com

1.3.2 Le Doppler ombilical

1.3.2.1 Définition

Le Doppler ombilical est l'évaluation du versant fœtal de la circulation placentaire (ombilico-placentaire). Il peut être mesuré dès 10, 12 SA mais sa mesure semblerait n'avoir un intérêt qu'au-delà de 18, 20 SA (34) en cas de Doppler utérin pathologique, d'antécédent de pathologie vasculaire ou de pathologie vasculaire pour la grossesse actuelle.

Quatre indices peuvent être utilisés :

- l'index de pulsatilité proposé par Gosling et al. (1971) : $IP = S-D/m$ où m est la vitesse moyenne
- l'index de résistance : $IR = 1-D/S$
- l'index diastolique : $ID = D/S$
- l'index de Stuart et Drumm (1980) : $ISD = S/D$.

La variabilité inter et intra opérateur semble non significative quelque soit l'indice étudié. L'IP permet de distinguer les situations où le flux est nul toute la diastole, de celles où il ne l'est qu'en télédiastole, et il reste quantifiable en situation de reverse flow (RF). D'après Pourcelot, 1976, Thompson et al. en 1988, Todros et al. en 1996 notamment, l'utilisation de l'ISD et de l'IP pour la mesure de l'artère ombilicale est recommandée en cas de risque d'hypoxie fœtale.

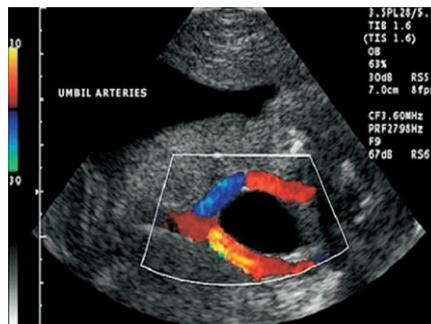
L'indice de résistance s'abaisse progressivement d'environ 30% entre la 20^{ème} et le 40^{ème} SA traduisant la baisse des résistances placentaires (l>ID augmente), ce qui entraîne une discrète élévation de la diastole. Il est normal si il reste inférieur à 70% et il n'évolue pas au-delà de 1.

Le Doppler ombilical va permettre de distinguer les fœtus constitutionnellement petits des véritables RCIU à haut risque périnatal.

1.3.2.2 Technique de mesure

La patiente doit être en décubitus dorsal au repos depuis 15 minutes, le décubitus latéral gauche augmentant significativement l'indice D/S et particulièrement en cas de RCIU. Le fœtus doit être en période de repos, en l'absence de mouvements respiratoires, les mouvements respiratoires ainsi que le hoquet rendent le spectre ininterprétable, sa fréquence cardiaque doit être entre 120 et 160 bpm.

Le site de mesure doit se situer sur une boucle flottante du cordon ombilical (Acharya et al. 2005), les indices étant plus élevés si l'on est proche du fœtus et plus faible près de l'insertion placentaire. En pratique la mesure peut s'effectuer en paravésical en respectant un angle d'attaque inférieur à 30°. Ce site de mesure est indiqué chez les grossesses multiples évitant ainsi toutes sources d'erreurs. Le site de mesure doit toujours être le même pour un fœtus donné afin de pouvoir apprécier une éventuelle aggravation, ceci étant particulièrement vrai en cas de RCIU.

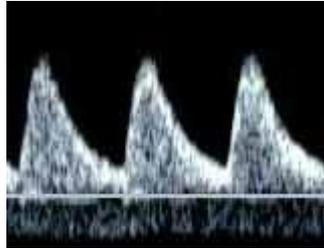


(35) Balbis S, Gaglioti P, Todros T, Guiot C. Doppler Indices in the Umbilical Arteries: Influence of Vessel Curvature Induced by Bladder Filling. *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2007

1.3.2.3 Aspect physiologique

Son spectre des vitesses de circulation est non pulsatile pendant le deuxième et troisième trimestres (3). Il est caractérisé par une onde systolique ample suivie d'une décroissance progressive au cours de la diastole. La vitesse du flux télédiastolique représente 30 à 40 % de la vitesse systolique maximale.

L'interprétation du Doppler se fait en fonction de l'âge gestationnel car les vitesses en diastole s'élèvent progressivement étant le reflet d'une diminution progressive des résistances périphériques placentaires.



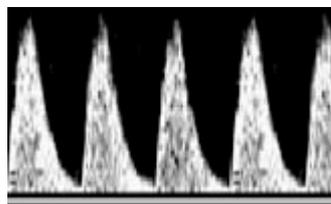
www.centrus.com

1.3.2.4 Aspect pathologique

Une augmentation des résistances reflète des altérations vasculaires placentaires dans des pathologies vasculo-rénales ou lors d'insuffisance placentaire. Cela se traduit par un flux diastolique diminué voire nul (zero flow) et cela s'accompagne d'une élévation de l'IP pouvant atteindre 1 en cas de flux nul. Un Doppler ombilical pathologique prédit la survenue d'un RCIU dans 75% des cas.

Il est pathologique au-delà du 90° ou 95° percentile ou au-delà de deux déviations standard.

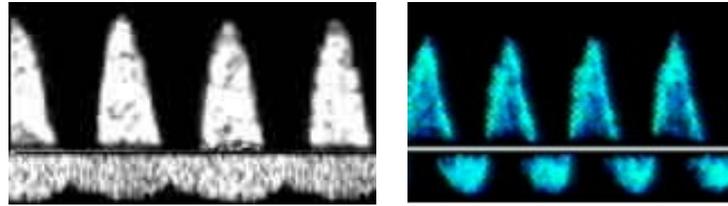
En cas de retard de croissance, une élévation des résistances traduit au départ une adaptation fœtale car le fœtus redistribue vers son cerveau au dépend des organes périphériques et du squelette.



www.centrus.com

L'index diastolique nul (IDN) ou le reverse flow (RF) traduisent le passage du fœtus d'un phénomène de compensation à un phénomène de décompensation avec un pronostic péjoratif. Ce sont des signes majeurs de souffrance fœtale chronique avec un risque de mortalité périnatale de 26 à 60 % selon les études (36).

Un RF reflète une altération hémodynamique encore plus importante, il est prédictif de séquelles neurologiques et de handicaps chez les enfants vivants.



www.centrus.com

Le délai entre un IDN et la survenue d'anomalies du rythme cardiaque fœtal est en moyenne de 7 jours (1 à 26 jours). Un indice diastolique nul est dépendant de plusieurs facteurs comme l'âge gestationnel, la présence ou non d'une hypertension artérielle maternelle, la présence de pulsations dans la veine ombilicale (37). On ne peut pas recommander d'extraire un fœtus sur un IDN en l'absence d'essai contrôlé. En revanche il est recommandé d'accroître la surveillance en hospitalisation en cas d'IDN ou de RF par la VCT et l'échographie.

Le Doppler ombilical va par ailleurs permettre, en cas d'anomalie du rythme, de distinguer une origine iatrogène (après une cure de corticothérapie à visée maturative pulmonaire fœtale) d'une origine hypoxique.

1.3.3 Le Doppler cérébral

1.3.3.1 Définition

Le Doppler cérébral permet l'évaluation de la perfusion artérielle au niveau cérébrale. Trois vaisseaux, dont les index de résistance sont identiques, sont accessibles à la vélocimétrie Doppler : l'artère carotide interne, l'artère cérébrale moyenne (ACM) ou sylvienne et l'artère cérébrale antérieure. L'artère cérébrale moyenne est la plus souvent utilisée en raison de son orientation qui procure une mesure fiable, elle est le vaisseau central le plus important, il représente 80% du débit cérébral de l'hémisphère. Il s'agit d'un territoire à basse résistance mais plus élevé que le territoire placentaire.

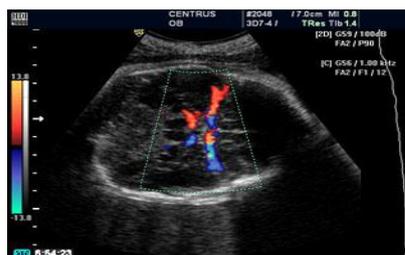
On utilise surtout l'index de résistance et la vitesse systolique maximale. L'IP est également utilisé.

Sa mesure n'a d'intérêt qu'en cas de Doppler ombilical pathologique ou dans le cadre du dépistage et de l'évaluation de l'anémie fœtale.

1.3.3.2 Technique de mesure

La patiente doit être en décubitus dorsal et la mesure se fait en l'absence de mouvements respiratoires maternel et fœtal.

La mesure se fait sur une coupe axiale au niveau du polygone de Willis qui est composé de vaisseaux communicants avec les artères carotides internes et les artères basilaires. Le faisceau ultrasonore est orienté dans l'axe de l'artère, au niveau de la partie proximale de l'ACM avec un angle le plus proche possible de 0.

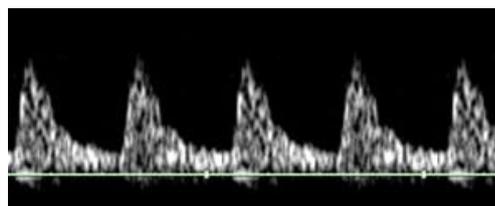


www.centrus.com

1.3.3.3 Aspect physiologique

Le flux diastolique est faiblement positif en milieu de grossesse. Les résistances élevées, en plateau jusqu'à 30 SA, diminuent ensuite pour être à environ 0,75 à terme et doivent toujours rester plus élevées que dans l'artère ombilicale. La vitesse systolique, elle, augmente et va plus que doubler en cours de grossesse (32).

L'IR cérébrale est en situation physiologique supérieur à l'IR ombilical, ce rapport est exprimé par l'index cérébro-placentaire qui doit être supérieur à 1.



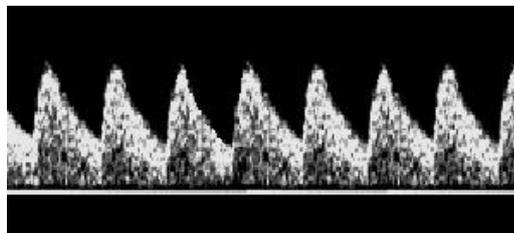
www.centrus.com

1.3.3.4 Aspect pathologique

Le Doppler cérébral est très sensible aux variations des gaz respiratoires, une variation de la pression en oxygène entraîne une vasomotricité de la circulation cérébrale. Les résistances artérielles diminuent et les vitesses diastoliques augmentent.

Une insuffisance des échanges placentaires entraîne donc une diminution des résistances cérébrales, signe d'une redistribution vasculaire.

En cas de RCIU d'origine vasculaire, une adaptation hémodynamique se produit, appelée le « brain-sparing-effect » ou redistribution cérébrale. C'est un système d'épargne visant à protéger le cerveau, le myocarde et les surrénales au détriment des extrémités, du système digestif et des reins. Ce phénomène de redistribution se traduira par une élévation de la post charge ventriculaire droite et une diminution de la post charge ventriculaire gauche (36). Mais cette adaptation reste limitée. Lorsque ce processus d'adaptation est dépassé, la fonction myocardique se dégrade retentissant sur le système veineux.



www.centrus.com

1.3.4 Le ductus venosus

1.3.4.1 Définition

Le ductus venosus (DV), aussi nommé canal d'Arantius (CA), prend naissance au niveau du sinus porte et ascensionne au niveau du diaphragme. Il permet à une partie du sang oxygéné de la veine ombilicale, 20 à 30%, de shunter le foie pour rejoindre le cœur gauche (9). Il présente des caractéristiques spécifiques puisqu'il voit sa lumière rétrécit, ses parois épaissies et il ne dispose que d'une couche de cellules musculaires lisses longitudinales, lui permettant sa vasomotricité. Il se trouve

sous l'influence d'agents vasoconstricteurs (contrôle adrénurgique) et vasodilatateurs (monoxyde d'azote et prostaglandines) (38).

La proportion du sang oxygéné véhiculé par le DV diminue avec l'âge gestationnel, il passe de 30% en milieu de grossesse à 20% entre 30 et 40 SA en moyenne.

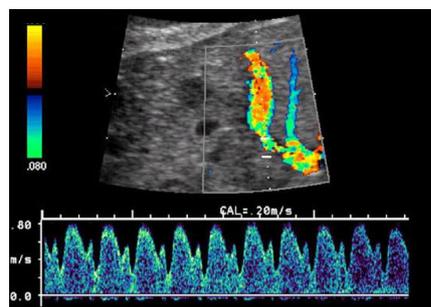
La mesure du doppler du canal d'Arantius est contributive en cas de valeurs pathologiques de la circulation artérielle, diastole ombilicale nulle ou RF (32). Elle est indiquée en cas de RCIU, où le débit sanguin du ductus venosus est prioritaire, ou en présence de malformations cardiaques fœtales.

1.3.4.2 Technique de mesure

La mesure doit s'effectuer en dehors de tout mouvement respiratoire fœtal. Le canal d'Arantius se repère sur une coupe abdominale transverse ou sagittale antérieure. Sa visualisation est facilitée par le Doppler couleur en repérant l'aliasing lié à la vitesse élevée du flux dans ce canal. Le tir doppler doit être fait à la portion naissante du DV, c'est là où le canal donne la meilleure reproductibilité (2)(10).

Le spectre doppler veineux est triphasique en M, l'onde S correspond à la systole ventriculaire, l'onde D à la diastole ventriculaire et l'onde a à la contraction auriculaire.

En pratique, on ne prend en compte que l'aspect qualitatif du spectre doppler, c'est-à-dire une onde a positive, nulle ou négative.



www.centrus.com

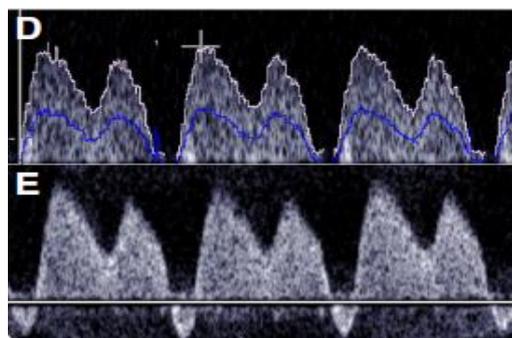
1.3.4.3 Aspect physiologique

La vélocité du DV se modifie durant le cycle cardiaque, deux pics accompagnent respectivement la systole et la diastole ventriculaire (10). Le flux du canal veineux reste antérograde en situation physiologique, il est dirigé vers le cœur pendant la télédiastole. Les valeurs sont comprises entre 40 et 100 cm/s entre 18 et 40 SA (2). Le spectre des vitesses de circulation est pulsatile (3). L'onde a doit rester positive.

1.3.4.4 Aspect pathologique

En cas d'hypoxie, le foie et le sinus porte sont shuntés par le DV, le débit sanguin du canal veineux devient prioritaire, le sang oxygéné provenant de la veine ombilicale y est préférentiellement orienté, contribuant ainsi à une meilleure oxygénation myocardique et cérébrale. Cela se traduit par une vélocité sanguine veineuse réduite lors de la contraction auriculaire (2).

En cas de RCIU ou de cardiopathie congénitale, le DV permet la surveillance de l'hémodynamique fœtale. Une souffrance fœtale entraînant une augmentation de l'IP, une diminution de l'onde a qui peut être nulle voire inversée. La détérioration des vélocités sanguines veineuses est associée à un mauvais devenir périnatal. Dans une étude longitudinale portant sur 93 fœtus présentant un RCIU, la mortalité périnatale est significativement augmentée en cas d'anomalies de la VCT et de vélocité du canal d'Arantius pathologique (39).



(21) Figueras F, Gardosi J. Intrauterine growth restriction: new concepts in antenatal surveillance, diagnosis, and management. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2011

Deuxième partie : Méthodologie de l'étude

2.1 Problématique

Le retard de croissance intra-utérin reste la troisième cause de mortalité périnatale (16). Elle est liée à l'hypoxémie ou l'acidose auxquelles ils sont exposés et aux complications résultantes de la prématurité induite.

Le RCIU présente un risque de morbidité néonatale et de conséquences à moyen et long terme. Celles-ci peuvent perdurer jusqu'à l'âge adulte, avec un niveau d'études et de qualifications moins bons. Les répercussions peuvent être somatiques avec plus de risque de développer une hypertension artérielle, un diabète, une dyslipidémie ou des troubles cardiovasculaires (22).

L'examen de la croissance et du bien-être fœtal passe par une surveillance échographique : les paramètres biométriques, les Doppler (utérin, ombilical, cérébral, du DV), la quantification de liquide amniotique et les mouvements actifs fœtaux.

La surveillance par la vélocimétrie du Doppler ombilical n'a pas démontré son intérêt en population générale. En revanche, il est établi que dans les grossesses à risque, elle est un indicateur du bien-être fœtal. Un Doppler de l'artère ombilicale anormal est associé à des complications neurologiques néonatales (21).

Il est mesuré au niveau d'une artère ombilicale sur une boucle flottante du cordon. Il est admis que cette mesure doit toujours être faite au même endroit et cela est d'autant plus important dans un contexte de retard de croissance intra-utérin. Le fait de ne considérer qu'une des deux artères ombilicales peut nous amener à des situations où la diastole va être nulle un jour et normale un autre ou que la diastole soit normale alors qu'elle aurait été nulle si elle avait été mesurée sur l'autre artère.

Il est courant de mesurer le Doppler ombilical en para-vésical chez les grossesses gémellaires pour être certain de différencier les fœtus. L'intérêt de choisir ce même site de mesure chez les RCIU singletons serait de ne pas passer à côté d'une diastole nulle unilatérale.

Dans la littérature, on retrouve des articles sur le caractère unilatéral ou bilatéral du Doppler utérin, ce qui n'est pas le cas pour le Doppler ombilical bien qu'il existe des différences entre les indices de résistance des artères ombilicales.

2.2 Hypothèses

Afin d'établir notre étude, nous avons posé les hypothèses suivantes :

- En cas de grossesse présentant un retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire, il existe un intérêt à considérer systématiquement le Doppler ombilical au niveau des deux artères.
- Un indice diastolique nul bilatéral est le reflet d'une mauvaise hémodynamique fœtale.
- Un indice diastolique nul bilatéral est le reflet d'un plus mauvais état néonatal.

2.3 Objectifs

Les objectifs de notre étude sont les suivants :

- montrer l'intérêt dans un contexte de retard de croissance intra-utérin de mesurer le Doppler ombilical en péri-vésical, même chez les grossesses singletons, car il existe une différence entre les deux artères ombilicales.
- démontrer qu'un indice diastolique nul bilatéral est plus péjoratif qu'un indice diastolique nul unilatéral
- comparer l'état néonatal respectivement en cas de diastole positive nulle unilatérale ou bilatérale.

2.4 Méthodologie

2.4.1 Matériel et méthode

2.4.1.1 Lieu

L'étude a été menée au sein de deux maternités de type III de l'assistance publique des hôpitaux de Paris: l'hôpital Port Royal dans le 14^{ème} arrondissement de Paris et l'hôpital Antoine Béclère à Clamart.

2.4.1.2 Méthode

Une étude prospective a été menée entre Janvier 2010 et Juin 2011. Les patientes sont incluses dans l'étude lors de leur hospitalisation dans le service de grossesses pathologiques suite à un diagnostic échographique de retard de croissance intra-utérin.

La datation de début de grossesse est confirmée par une échographie précoce. Les patientes bénéficient de deux échographies Doppler par semaine en cours d'hospitalisation.

Les patientes sont surveillées selon les protocoles respectifs de chaque centre, les décisions d'extraction fœtales sont décidées de façon indépendante et d'après des conduites à tenir différentes.

Le reste des données sont recueillies sur dossier : les antécédents vasculaires et obstétricaux maternels (HTA chronique, PE, RCIU, SAPL, syndrome rénal), l'apparition de troubles vasculaires (HTA, PE, HELLP, RCIU, MFIU), le mode d'accouchement, le terme, les données néo-natales (PH au cordon ombilical, score d'Apgar, troubles respiratoires, digestifs, neurologiques).

Les protocoles de surveillance du fœtus en retard de croissance à l'hôpital Port Royal sont les suivants :

- avant 26 SA ou moins de 650 grammes, la surveillance échographique se fait tous les 15 jours,

- entre 26 et 32 SA et plus de 650 g, la surveillance fœtale se fait par un enregistrement du RCF une à deux fois par jour (deux fois en cas de redistribution cérébrale). La mesure des biométries est faite tous les 10 à 15 jours et les Doppler ombilical et cérébral sont mesurés une fois par semaine. Une corticothérapie est réalisée en vue d'une extraction fœtale. Les seules indications d'extraction fœtale sont des anomalies du rythme, les anomalies du Doppler ombilical ou veineux ne sont pas des indications tout comme la mesure de la VCT qui est une aide à la décision d'extraction mais pas un critère de celle-ci,
- après 32 SA, la décision de césarienne peut être prise pour un arrêt de la croissance fœtale, une suspicion d'hypotrophie sévère, une aggravation de l'état maternel (pré-éclampsie, HTA déséquilibré, HELLP syndrome),
- après 34 SA et un bilan étiologique, une extraction fœtale est envisagée,
- après 36 SA, si le col maternel est favorable, un déclenchement par Ocytocine est envisageable en cas d'arrêt de la croissance fœtale et en l'absence d'anomalies Doppler (40).

Les protocoles de l'hôpital Antoine Béclère en cas de retard de croissance intra-utérin sont les suivants :

- une échographie pour la surveillance de la croissance fœtale est réalisée toutes les trois semaines,
- en présence de Doppler normaux, la visite d'une sage femme à domicile est organisée une fois par semaine ainsi qu'une consultation aux explorations fonctionnelles et la réalisation d'une échographie Doppler une fois par semaine,
- en cas d'une augmentation des résistances du Doppler ombilical, la surveillance fœtale est augmentée avec la visite d'une sage femme à domicile ainsi qu'une consultation aux explorations fonctionnelles et une échographie Doppler deux fois par semaine,
- les patientes sont hospitalisées en présence d'un indice diastolique ombilical nul avec une surveillance quotidienne du rythme cardiaque fœtal.

2.4.1.3 Les critères d'inclusion

Il s'agit de grossesses singletons compliquées d'un retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire. Le RCIU a été défini par un périmètre abdominal inférieur au 5^o percentile et un poids de naissance inférieur au 10^o percentile.

L'origine vasculaire a été retenue en présence d'un Doppler utérin unilatéral ou bilatéral pathologique ou lorsque la grossesse s'est compliquée d'une hypertension artérielle gravidique ou d'une pré-éclampsie.

2.4.1.4 Les critères d'exclusion

Ont été exclus :

- les fœtus présentant des anomalies chromosomiques (1 trisomie 21),
- les interruptions médicales de grossesse (2 interruptions médicales de grossesse),
- les nouveau-nés présentant un poids de naissance supérieur au 10^o percentile (15 nouveau-nés dont un présentant une trisomie 21).
- les grossesses multiples.

2.4.2 Taille de l'échantillon

L'étude comprenait 129 grossesses, 20 grossesses ont été exclues de l'étude, 18 grossesses pour les raisons précitées et deux grossesses ont été perdues de vue. Au total, 109 grossesses ont été analysées, 57 grossesses à l'hôpital Antoine Béchère et 52 grossesses à l'hôpital Port Royal.

2.4.3 Modalités de recueil

Le même échographiste a réalisé tous les examens, au total 225 échographies Doppler sur les deux sites. L'appareil échographique était un aloka alpha 10 pour les deux centres.

Les examens Doppler ont été réalisés dans les conditions requises : patiente en décubitus dorsal parfois en apnée, une fréquence cardiaque fœtale comprise entre 120 et 160 bpm, un fœtus au repos, en l'absence de mouvements respiratoires.

Pour chaque grossesse, ont été mesurés :

- l'IR et l'IP des artères utérines en spécifiant la présence ou non d'incisure protodiastolique uni ou bilatérale,
- l'IP du Doppler ombilical en para-vésical, au niveau des deux artères, sur une coupe transversale à moins de 1 cm de l'insertion abdominale et sur cordon libre au niveau d'une boucle flottante.
- l'IP de l'artère cérébrale moyenne sur une coupe transversale.

Le rapport cérébro-placentaire a été calculé avec le rapport de l'IP de l'ACM et la moyenne de l'IP du Doppler ombilical para-vésical.

- le ductus venosus a été mesuré sur une coupe sagittale ou transversale de l'abdomen fœtal,
- l'isthme aortique sur une coupe sagittale du thorax fœtal à quelques millimètres de l'origine de l'artère sous-clavière gauche. L'indice du flux sanguin de l'isthme aortique a ensuite été calculé : l'IFI.

L'angle de mesure a toujours été le plus proche possible de 0. Les mesures étaient faites automatiquement avec au moins 5 spectres consécutifs similaires.

2.4.4 Résultats

Les données ont été recueillies grâce au logiciel Excel. Les tests de Student pour les données quantitatives et les tests de Chi deux de Pearson pour les données qualitatives ont été utilisés ainsi que le logiciel statview pour l'analyse statistique. Les résultats ont été considérés comme significatifs pour $p < 0,05$.

2.5 Résultats de l'étude

Age maternel (moyenne, \pm DS)	31 (\pm 6,2)
Origine ethnique (n, %)	
Caucase	63 (57,8)
Afrique subsaharienne	27 (24,7)
Maghreb	10 (9,2)
Asie	4 (3,7)
Autre	5 (4,6)
Nullipares (n, %)	71 (65,1)
Consommation de tabac (n, %)	23 (21,3)

Tableau 1 : Description générale de la population (n=109)

DS : déviation standard

n : nombre

Le tableau 1 reprend une description générale de la population.

L'âge maternel moyen est de 31 ans. La population la plus représentée dans l'étude est la population caucasienne à 57,8%. Les autres origines ethniques sont le Maghreb à 9,2%, les autres pays d'Afrique représentent 24,7%, l'Asie, 3,7%. Les autres origines ethniques représentent 4,6% de la population totale de notre étude.

Plus de la moitié des patientes de l'étude sont nullipares, elles représentent 65,1% de la population.

Les patientes tabagiques en début de grossesse représentent 21,3% de la population.

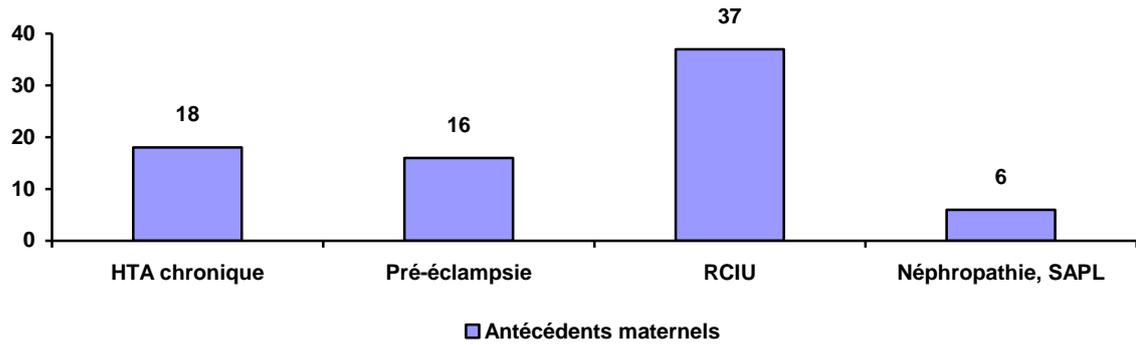


Figure 1 : Antécédents médicaux et obstétricaux vasculaires maternels (n=109)

HTA chronique : hypertension artérielle chronique

RCIU : retard de croissance intra-utérin

SAPL : syndrome des antiphospholipides

La figure 1 reprend les antécédents vasculaires chroniques et ceux développés en cours de grossesse.

L'hypertension artérielle chronique est présente chez 16,5% des patientes, 14,7% présentent un ou des antécédents de pré-éclampsie et 34% des patientes présentent dans leurs antécédents au moins un retard de croissance intra-utérin. Par ailleurs, 5,5% des patientes présentent un syndrome rénal ou un syndrome des anti phospholipides comme antécédent.

Quatorze patientes sur 109 reçoivent un traitement préventif par acide acétylsalicylique mis en place avant 20 semaines d'aménorrhée, soit 12,8% des patientes.

Pré-éclampsie (n, %)	43 (39,5)
HELLP syndrome (n, %)	9 (8,3)

Tableau 2 : Pathologies vasculaires développées en cours de grossesse (n=109)

HELLP syndrome : anémie hémolytique, cytolyse hépatique et thrombopénie

Le tableau 2 expose les deux principales complications vasculaires diagnostiquées en cours de grossesse.

La pré-éclampsie est présente dans 39,5% des cas et le HELLP syndrome dans 8,3% des cas.

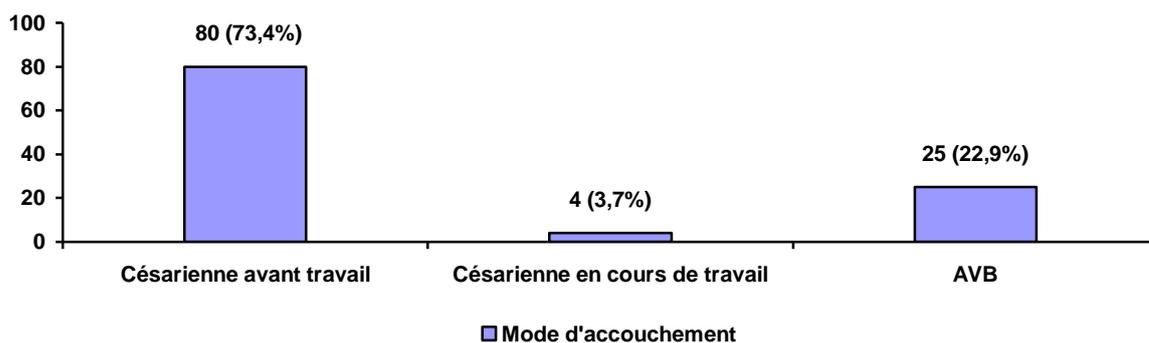


Figure 2 : Répartition des patientes selon le mode d'accouchement (n=109)

AVB : accouchement voie basse

La figure 2 représente la répartition de la population suivant le mode d'accouchement.

La majorité des patientes, 84 femmes soit 77,01%, bénéficient d'une césarienne. Quarante vingt femmes ont une césarienne avant l'entrée en travail soit 73,4% des patientes et quatre femmes ont une césarienne en cours de travail soit 3,7% des patientes.

Les accouchements voie basse concernent 22,9% des patientes.

ARCF (n, %)	47 (58,8)
Anomalies doppler (n, %)	5 (6,3)
Anomalies de la croissance fœtale (n, %)	12 (15)
Cause maternelle (n, %)	12 (15)
Autres (n, %)	4 (5)

Tableau 3 : Indications de césariennes réalisées avant travail (n=80)

ARCF : anomalies du rythme cardiaque fœtal

n : nombre

Le tableau 3 reprend les indications en cas de césarienne faite avant l'entrée en travail.

Les anomalies du rythme cardiaque fœtal sont l'indication la plus fréquente, elle représente 58,8% des indications. Les autres indications par ordre de fréquence sont les anomalies de la croissance fœtale et les complications de pré-éclampsie qui représentent respectivement 15% des indications. Les anomalies Doppler

représentent 6,3% des indications de césarienne. Parmi les autres indications, on retrouve notamment une charge virale élevée et une insuffisance rénale chronique.

Age gestationnel lors du 1er examen (moyenne en SA, DS)	29,2 (\pm 3,8)
Age gestationnel lors du dernier examen (moyenne en SA, DS)	31,6 (\pm 3,7)
Délai entre le 1er examen et l'accouchement (moyenne en S, DS)	3,7 (\pm 4,1)
Délai entre le dernier examen et l'accouchement (moyenne en S, DS)	1,7 (\pm 2,7)
Délai entre le premier et le dernier examen (moyenne en S, DS)	4,4 (\pm 4,6)
Nombre total d'examen (n, DS)	2,1 (\pm 1,6)

Tableau 4 : Echographies Doppler et leur répartition dans le temps

SA : semaines d'aménorrhée

DS : déviation standard

S : semaines

n : nombre

Le tableau 4 reprend l'âge gestationnel au moment des examens, leur répartition dans le temps et le nombre d'examens par patiente.

La proportion des patientes à bénéficier d'un examen Doppler en cours de grossesse est de 48,6% tandis que 25,7 % des patientes ont respectivement deux, trois ou plus de trois échographies Doppler pour la surveillance fœtale.

L'âge gestationnel moyen au moment de l'inclusion dans l'étude est de 29,2 SA et de 31,6 SA lors du dernier examen échographique.

Le délai entre le premier et le dernier examen Doppler et l'accouchement est respectivement de 3,8 et 1,7 semaines en moyenne soit un suivi moyen par femme de 2,1 semaines.

Le délai moyen entre le premier et le dernier examen chez un même fœtus est de 4,4 semaines.

Le nombre moyen d'examen est de 2,1 par patiente.

	DPB (n=123)	DNU (n=46)	DNB (n=56)	
Age gestationnel au moment des examens (moyenne en SA, \pm DS)	32,0 (\pm 3,6)	30,1 (\pm 3,5)	29,5 (\pm 2,8)	a, c
Délai entre les examens et l'accouchement (moyenne en jours, \pm DS)	20,4 (\pm 21,0)	13,4 (\pm 11,6)	7,8 (\pm 7,8)	a, b, c
Rapport cérébro placentaire (moyenne, \pm DS)	1,23 (\pm 0,44)	0,71 (\pm 0,22)	0,54 (\pm 0,20)	a, b, c
IFI (moyenne, \pm DS)	1,21 (\pm 0,27)	1,04 (\pm 0,34)	0,83 (\pm 0,38)	a, b, c
IP du ductus venosus (moyenne, \pm DS)	0,60 (\pm 0,25)	0,65 (\pm 0,17)	0,70 (\pm 0,23)	c

Tableau 5 : Données cliniques et paracliniques en fonction du Doppler ombilical pour un poids de naissance inférieur au 10° percentile (n=225)

DPB : diastole positive bilatérale

DNU : diastole nulle unilatérale ou reverse flow

DNB : diastole nulle bilatérale ou reverse flow

IFI : indice du flux de l'isthme aortique ; IP : indice de pulsativité

SA : semaines d'aménorrhée ; DS : déviation standard

Groupe a : différences significatives ($p < 0,05$) entre une diastole positive bilatérale et nulle unilatérale

Groupe b : différences significatives ($p < 0,05$) entre une diastole nulle unilatérale et une diastole nulle bilatérale

Groupe c : différences significatives ($p < 0,05$) entre une diastole positive bilatérale et une diastole nulle bilatérale

Le tableau 5 concerne tous les nouveau-nés ayant un poids de naissance inférieur au 10° percentile et renseigne sur l'âge gestationnel au moment des examens échographiques, sur les délais d'extraction par rapport aux dates d'examens et sur les données hémodynamiques.

L'âge gestationnel au moment des examens est significativement plus bas entre une diastole positive bilatérale et nulle unilatérale et entre une diastole positive bilatérale et nulle bilatérale.

Les délais d'extraction sont significativement plus courts entre une diastole positive et nulle et sont également significativement plus courts entre une diastole nulle unilatérale et nulle bilatérale.

Le rapport cérébro-placentaire et l'IFI sont significativement plus bas lorsque l'on compare le caractère positif bilatéral et nul unilatéral ou bilatéral et les résultats sont significatifs lorsque l'on compare le caractère diastolique nul unilatéral et bilatéral.

L'IP du ductus venosus est significativement plus élevé entre une diastole positive bilatérale et nulle bilatérale.

	DPB (n=98)	DNU (n=28)	DNB (n=27)	
Age gestationnel au moment des examens (moyenne en SA, \pm DS)	32,5 (\pm 3,4)	30,7 (\pm 3,8)	30,6 (\pm 3,0)	c
Délai entre les examens et l'accouchement (moyenne en jours, \pm DS)	21,8 (\pm 21,1)	15,8 (\pm 3,8)	9,6 (\pm 8,9)	c
Rapport cérébro placentaire (moyenne, \pm DS)	1,27 (\pm 0,42)	0,67 (\pm 0,2)	0,52 (\pm 0,17)	a, b, c
IFI (moyenne, \pm DS)	1,19 (\pm 0,29)	1,05 (\pm 0,3)	0,79 (\pm 0,38)	a, b, c
IP du ductus venosus	0,60 (\pm 0,25)	0,62 (\pm 0,18)	0,83 (\pm 0,26)	c

Tableau 6 : Données cliniques et paracliniques en fonction du Doppler ombilical pour un poids de naissance inférieur au 5^e percentile (n=153)

DPB : diastole positive bilatérale

DNU : diastole nulle unilatérale ou reverse flow

DNB : diastole nulle bilatérale ou reverse flow

IFI : indice du flux de l'isthme aortique ; IP : indice de pulsativité

SA : semaines d'aménorrhée ; DS : déviation standard

Groupe a : différences significatives ($p < 0,05$) entre une diastole positive bilatérale et nulle unilatérale

Groupe b : différences significatives ($p < 0,05$) entre une diastole nulle unilatérale et une diastole nulle bilatérale

Groupe c : différences significatives ($p < 0,05$) entre une diastole positive bilatérale et une diastole nulle bilatérale

Le tableau 6 concerne tous les nouveau-nés ayant un poids de naissance inférieur au 5^e percentile et renseigne sur l'âge gestationnel au moment des examens échographiques, sur les délais d'extraction par rapport aux dates d'examens et sur les données hémodynamiques.

L'âge gestationnel au moment des examens échographiques et le délai entre les examens Doppler et l'accouchement sont significativement plus bas entre un indice diastolique positif bilatéral et nul bilatérale.

Le rapport cérébro-placentaire et l'IFI sont significativement plus bas en cas de diastole nulle unilatérale et sont encore plus bas lorsque l'indice diastolique est nul pour les deux artères. Les résultats sont significatifs entre les trois groupes.

Le ductus venosus, lui, s'élève significativement en fonction du caractère nul du Doppler ombilical.

	DPB (n=57)	DNU (n=27)	DNB (n=45)	
Age gestationnel au moment des examens (moyenne en SA, \pm DS)	28,8 (\pm 2,01)	27,9 (\pm 2,9)	28,5 (\pm 2,1)	NS
Délaï entre les examens et l'accouchement (moyenne en jours, \pm DS)	30,3 (\pm 25,7)	15,9 (\pm 13,4)	8,9 (\pm 8,2)	a, b, c
Rapport cérébro placentaire (moyenne, \pm DS)	1,22 (\pm 0,38)	0,73 (\pm 0,25)	0,54 (\pm 0,21)	a, b, c
IFI (moyenne, \pm DS)	1,27 (\pm 0,15)	1,11 (\pm 0,23)	0,90 (\pm 0,33)	a, b, c
IP du ductus venosus (moyenne, \pm DS)	0,63 (\pm 0,3)	0,70 (\pm 0,17)	0,81 (\pm 0,41)	c

Tableau 7 : Données cliniques et paracliniques en fonction du Doppler ombilical pour un âge gestationnel inférieur à 32 semaines d'aménorrhée (n=129)

DPB : diastole positive bilatérale

DNU : diastole nulle unilatérale ou reverse flow

DNB : diastole nulle bilatérale ou reverse flow

IFI : indice du flux de l'isthme aortique ; IP : indice de pulsativité ;

SA : semaines d'aménorrhée ; DS : déviation standard

Groupe a : différences significatives ($p < 0,05$) entre une diastole positive bilatérale et nulle unilatérale

Groupe b : différences significatives ($p < 0,05$) entre une diastole nulle unilatérale et une diastole nulle bilatérale

Groupe c : différences significatives ($p < 0,05$) entre une diastole positive bilatérale et une diastole nulle bilatérale

Le tableau 7 concerne tous les nouveau-nés ayant un poids de naissance inférieur au 10^e percentile et nés avant 32 SA et il renseigne sur l'âge gestationnel au moment des examens échographiques, sur les délais d'extraction par rapport aux dates d'examens et sur les données hémodynamiques.

Les âges gestationnels au moment des examens Doppler diffèrent de moins d'une semaine en moyenne, les différences sont non significatives quelque soit la vélocimétrie Doppler des artères ombilicales.

Le délai écoulé entre les examens Doppler et l'accouchement passe de 30,3 jours à 15,9 puis 8,9 jours. Les délais d'extraction sont donc significativement plus courts entre des diastoles positives bilatérales, nulles unilatérales et nulles bilatérales et les délais en terme de jours sont aussi significatifs entre une diastole nulle unilatérale et nulle bilatérale.

Le rapport cérébro-placentaire et l'IFI s'abaissent à mesure que le Doppler s'aggrave. Les résultats sont significatifs entre les trois groupes tandis que pour l'IP du ductus venosus, les résultats ne sont significatifs qu'entre le groupe diastole positive unilatérale et nulle bilatérale.

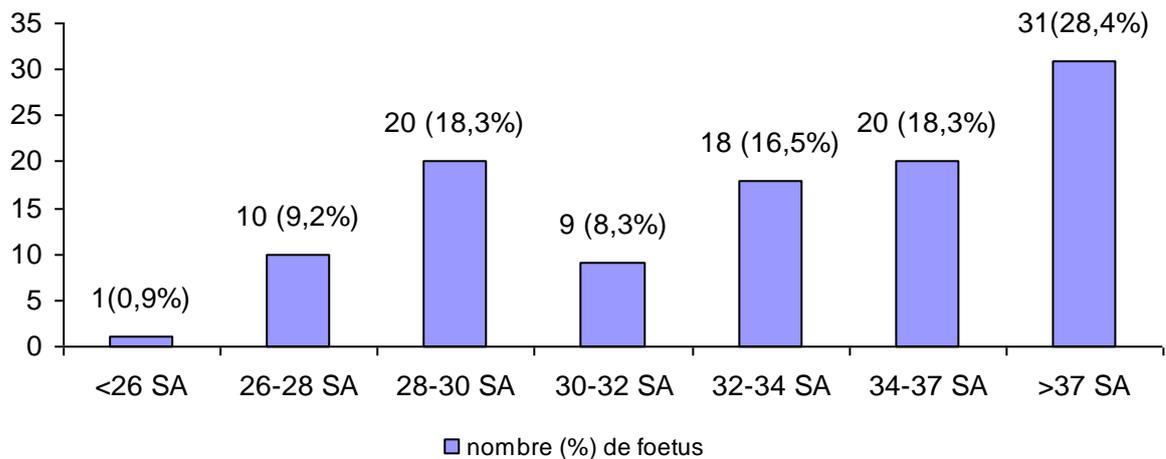
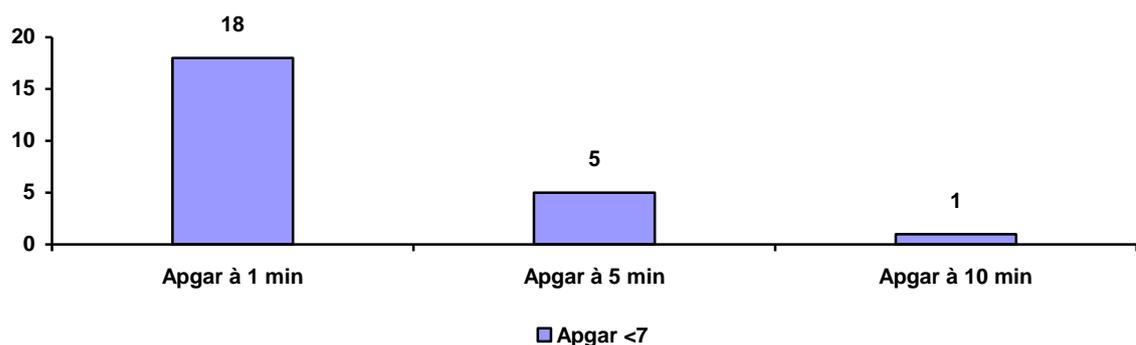


Figure 3 : Age gestationnel au moment de l'accouchement (n=109)
 SA : semaines d'aménorrhée

La figure 3 répartie le nombre de fœtus nés en fonction de l'âge gestationnel. L'âge gestationnel moyen est de 33,3 SA (DS±4,2) au moment de l'accouchement.

Les nouveau-nés prématurés, nés avant 37 SA représente 71,6% de la population dont 53,2% sont nés avant 34 SA et 36,7% avant 32 SA. Onze fœtus sont considérés comme des extrêmes prématurés étant nés avant 28 SA.

Figure 4 : Score d'Apgar inférieur à 7 en fonction du temps



La figure 4 concerne les 105 nouveau-nés vivants. Un score d'Apgar est inférieur à 7 à une minute pour 17,3% de la population, à 5 minutes pour 4,8% et il est de 1% à 10 minutes de vie.

Poids de naissance (g, \pm DS)	1435 \pm 680
Poids de naissance <5° percentile (n, %)	70/105 (64,2)
PH artériel au cordon ombilical (moyenne, \pm DS)	7,29 (\pm 0,1)
Admissions en néonatalogie (n, %)	62/105 (60)
MFIU (n, %)	4/109 (3,7)
Décès néonataux (n, %)	4/105 (3,8)
Décès périnataux (n, %)	8/109 (7,3)

Tableau 8 : Données néonatales (n=105)

g : gramme

DS : déviation standard

n : nombre

MFIU : mort fœtale in-utéro

Le tableau 8 concerne les données néo-natales de 105 nouveau-nés vivants. Le poids de naissance moyen est de 1435 grammes. Les poids de naissance inférieurs au 5° percentile représentent 70 nouveau-nés soit 64,2% de notre population.

Le PH artériel moyen est de 7,29. Les admissions en néonatalogie représentent 60% des nouveau-nés. Les décès périnataux représentent 7,3% de la population totale, quatre morts fœtale in-utéro soit 3,7% et quatre décès néonataux soit 3,8% de la population.

	Diastole positive bilatérale (n=54)	Diastole nulle unilatérale (n=19)	Diastole nulle bilatérale (n=36)	
Age gestationnel à l'accouchement	35,8 (± 3,6)	31,3 (± 3,2)	31,2 (± 2,7)	a, c
Poids de naissance (grammes, DS)	1844 (± 663)	1044 (± 411)	1027 (± 402)	a, c
Score d'Apgar à 1 min (moyenne, ±DS)	8,9 ± 1,5	7,2 ± 2,8	7,4 ± 2,6	a, c
Score d'Apgar à 5 min (moyenne, ±DS)	9,5 ± 1,0	8,5 ± 2,6	9,6 ± 1,4	a, c
Score d'Apgar à 10 min (moyenne, ±DS)	9,8 ± 0,5	9,3 ± 1,9	9,6 ± 0,7	NS
5 min Apgar score < 7 (n, %)	1/54 (2)	3/19 (15)	1/32 (3)	NS
PH au cordon ombilical (moyenne, ±DS)	7,3 ± 0,1	7,3 ± 0,1	7,3 ± 0,1	NS
Admission en néonatalogie (n, %)	25 (46,3)	16 (84,2)	21 (58,3)	NS

Tableau 9 : Données néonatales en fonction du Doppler ombilical (n=225)

DPB : diastole positive bilatérale

DNU : diastole nulle unilatérale ou reverse flow

DNB : diastole nulle bilatérale ou reverse flow

Groupe a : différences significatives (p<0,05) entre une diastole positive bilatérale et nulle unilatérale

Groupe b : différences significatives (p<0,05) entre une diastole nulle unilatérale et une diastole nulle bilatérale

Groupe c : différences significatives (p<0,05) entre une diastole positive bilatérale et une diastole nulle bilatérale

Le tableau 9 répartit les données néonatales pour des nouveau-nés ayant un poids de naissance inférieur au 10^e percentile en fonction du Doppler des artères ombilicales.

L'âge gestationnel à la naissance est significativement plus court entre une diastole positive bilatérale (35,8 SA) et nulle unilatérale (31,3 SA) et entre une diastole positive bilatérale et nulle bilatérale (31,2 SA).

La différence entre les poids de naissance est respectivement significative entre un indice diastolique positif bilatéral où il est de 1844g et un indice diastolique nul unilatéral et nul bilatéral puisqu'il est respectivement de 1044g et 1027g.

Pour le score d'Apgar à 1 et 5 minutes de vie, les différences sont significatives entre une diastole positive bilatéral et nulle unilatérale et entre une diastole positive bilatérale et nulle bilatérale. A 10 minutes de vie et pour un Apgar inférieur à 7 à 5 minutes de vie, les différences sont non significatives quelque soit le Doppler ombilical.

En ce qui concerne l'âge gestationnel, le poids de naissance et le score d'Apgar, les différences sont non significatives entre un indice diastolique nul unilatéral et nul bilatéral.

Il n'y a pas de différence significative pour le PH sanguin puisqu'il est de 7,3 en moyenne, ni pour les nouveau-nés admis en service de néonatalogie pour les diastoles positives bilatérales, nulles unilatérales et nulles bilatérales.

Troisième partie :

Analyse et discussion des résultats

3.1 Critique de l'étude

Il s'agit d'une étude prospective. La cohorte est composée de 109 fœtus avec un retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire.

Le même échographiste a réalisé les 225 examens sur les deux sites, il était indépendant et n'a pas participé aux décisions obstétricales.

Il s'agit d'une étude en vie réelle sans modification des pratiques. L'étude a été menée au sein de deux maternités de l'île de France de type III sans qu'un accord des protocoles ne soit établi au préalable sur les conduites à tenir obstétricales et la prise en charge pédiatrique.

Il existe des disparités entre les deux centres dues à des différences de protocoles et donc de prise en charge et de conduites à tenir obstétricales et néonatales bien qu'il s'agisse de deux maternités de type III.

La prise en charge du retard de croissance intra-utérin est adaptée en fonction du contexte et de son évolution. Les décisions sont dans la mesure du possible discutées lors de staff pluridisciplinaires et sont réévaluées régulièrement.

3.2 Données générales de l'étude

La définition du retard de croissance intra-utérin est en perpétuelle évolution. La taille seule ne peut prédire du risque de morbidité et de mortalité périnatale, elle est donc à prendre en considération dans un contexte pour éviter ainsi les interventions inutiles.

Notre étude n'a sélectionné que les RCIU d'origine vasculaire ayant comme origine une altération de la vascularisation utéro-placentaire. Nous avons fixé comme seuil un périmètre abdominal inférieur au 5° percentile. Le seuil du 10° percentile pour le périmètre abdominal permet d'avoir la meilleure sensibilité en population générale. Avec ce seuil, pourtant, seulement 50% des enfants auront un poids de naissance inférieur au 10° percentile. En population à haut risque, un seuil inférieur au 5° percentile permet une meilleure sensibilité afin de limiter toutes conduites iatrogènes (41).

L'âge maternel moyen dans notre étude est de 31 ans ($\pm 6,2$), ce qui ne diffère pas de l'âge de la population générale, il est donc comparable à l'âge dans les populations à bas risque obstétrical. D'après l'Enquête Périnatale Française de 2010, l'âge moyen de la femme est de 29,7 ans ($\pm 5,3$), ce qui est stable par rapport aux résultats de 2003 (42). L'enquête nationale périnatale est réalisée à intervalle régulier et permet de suivre l'évolution des principaux indicateurs périnataux. La population était composée en 2010 de 15 187 femmes et 15 418 enfants.

L'enquête périnatale française recense 3,9% des patientes comme étant originaires d'Afrique (hors Afrique du nord), notre population est donc surreprésentée par rapport à la population générale pour cette origine ethnique puisqu'elle est de 24,7%.

Concernant la répartition des autres origines ethniques notre recrutement est assez similaire aux résultats obtenus dans l'enquête périnatale française.

Dans notre étude, 21,3% des femmes consommaient du tabac en début de grossesse.

D'après l'enquête périnatale française, 30,5% des femmes fumaient en début de grossesse et 19% fument encore en fin de grossesse.

Une étude a analysé la relation qui existait entre le tabagisme maternel et la survenue de restriction de la croissance fœtale, en utilisant des courbes personnalisées, chez les grossesses singletons. Les résultats ont montré que le tabac était responsable de 13,9% des étiologies de RCIU. Le risque de sa survenue est en outre dépendant du nombre de cigarettes consommées, d'un âge maternel croissant et de l'existence d'antécédent(s) d'accouchement(s) prématuré(s) (43). En revanche, l'âge maternel et la consommation tabagique ne semblent pas influencer sur une Doppler ombilical pathologique (44).

Dans notre étude le taux de césarienne avant l'entrée en travail représente 73,4% et en cours de travail 3,7% soit un total de 77,1% des modes d'accouchement, ce qui est bien supérieur au taux recensé par l'enquête périnatale française en 2010 puisqu'il est de 21% (20,2% en 2003, le taux est donc stable). Le taux de césarienne en cas de RCIU est donc bien supérieur à celui de la population générale, ce qui était attendu au vu du recrutement de la population de notre étude. Il contribue au taux important de prématurité induite dans notre population à haut risque.

L'origine vasculaire du retard de croissance intra-utérin a été défini, dans notre étude, soit par la présence d'une augmentation des résistances et/ou par la présence d'une incisure protodiastolique au niveau d'au moins une des artères utérines soit par la présence d'une pré-éclampsie. Dans notre étude, 21 fœtus présentent un indice de pulsatilité normal avec une absence d'incisure protodiastolique pour les deux artères utérines, soit 22,9% de la population totale.

La survenue de pré-éclampsie est de 39,5% dans notre étude et elle se complique d'un HELLP syndrome dans 8,3% des cas.

La pré-éclampsie complique 0,5 à 7% des grossesses (45)(40)(46)(47), 2,1% en 2010 d'après l'enquête nationale périnatale avec une augmentation par rapport à 2003 (42). Elle peut s'accompagner de complications maternelles telles que le HELLP syndrome, l'hématome rétro-placentaire ou l'éclampsie. Le risque fœtal est également important avec un risque de mort in-utéro.

La survenue de pré-éclampsie dans notre étude est supérieure à celle de la population générale car c'est un critère du recrutement de notre population.

En présence d'antécédents vasculaires, 12,8% de notre population a bénéficié d'un traitement préventif par acide acétylsalicylique (aspirine 100 mg par jour).

Un traitement préventif par aspirine (75 à 160 mg) est recommandé en début de grossesse chez les patientes à haut risque (48)(45), la posologie doit être supérieure à 75mg par jour (46), il réduirait les risques de récurrence de 10%. Le traitement par aspirine n'aurait pas de bénéfice sur le RCIU (45).

La vélocimétrie Doppler reflète l'état de santé fœtal et placentaire. En effet, une forte association existe entre une résistance élevée à l'écoulement du flux sanguin et une acidose fœtale. Un index ombilical et utérin pathologiques prédiraient dans 90% des cas un RCIU. L'anomalie des Doppler des artères utérines prédirait dans la plupart des cas une insuffisance placentaire et par conséquent la survenue de pathologies vasculaires telles que la pré-éclampsie et le RCIU d'origine vasculaire (49).

Une étude de Karsdorp et al. incluant au total 459 grossesses pathologiques compliquées d'hypertension artérielle ou de pré-éclampsie (n : 141), de RCIU, défini par un PA<5^e percentile (n : 253) ou les deux associés (n : 65) a montré qu'en cas de RCIU le risque d'avoir, au Doppler ombilical, une diastole nulle ou un reverse flow était augmenté (OR : 3,1), et cela d'autant plus en présence d'une hypertension artérielle (OR : 7,4) (44). La mesure a été faite sur une boucle flottante du cordon ombilical et les patientes ont été réparties en trois groupes : diastole positive, diastole nulle et RF.

Les proportions des examens réalisés au cours de l'étude répartissent la population en trois groupes pour le Doppler ombilical : lorsque l'indice est positif en fin de diastole pour les deux artères ombilicales, lorsqu'il est nul ou en reverse flow pour une des deux artères en fin de diastole et enfin lorsqu'il est nul ou en reverse flow pour les deux artères ombilicales. La répartition dans les trois groupes est respectivement de 54,7 %, 20,4% et 24,9%.

3.3 Hypothèse n° 1

En cas de grossesse présentant un retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire, il existe un intérêt à considérer systématiquement le Doppler ombilical au niveau des deux artères.

Le Doppler ombilical dans notre étude a été mesuré pour chaque examen par l'indice de pulsatilité au niveau d'une boucle flottante du cordon ombilical et en para-vésical au niveau des artères droite et gauche. En considérant les deux artères ombilicales, la proportion des fœtus avec au moins une fois une diastole nulle ou inversée est de 50,5%. En prenant comme site de mesure pour l'artère ombilicale une boucle flottante on retrouve 22,5% de flux nul, ce qui signifie qu'en choisissant une boucle flottante du cordon, on ne dépiste pas toutes les diastoles nulles.

Predanic et al., ont mesuré la résistance à l'écoulement sanguin en différents endroits de l'artère ombilicale sur une boucle flottante. Celle-ci n'est pas la même suivant le site de mesure considéré, puisqu'elle est plus élevée près de l'insertion abdominale et plus faible près de l'insertion placentaire.

Cette étude montre que les indices de résistance diastolique sont différents pour une même artère ombilicale en fonction du site de mesure.

Il est recommandé de garder le même site de mesure chez un même fœtus d'un examen à l'autre afin de surveiller l'évolution de l'hémodynamique fœtale et cela est d'autant plus important en cas de retard de croissance.

Des études établissent ces différences d'indices de résistance à la résistance placentaire associée à la viscosité sanguine et la longueur du cordon ombilical mais ces deux dernières raisons sembleraient négligeables. En réalité, la variabilité des mesures serait majoritairement impartie aux variations de la fréquence cardiaque fœtale (50).

En pratique clinique, les différences d'indices de résistance entre les différents sites ne semblent pas significatives mais avec la perte de charge à mesure que l'on s'approche de l'insertion cordonale placentaire, ne peut-on pas passer à côté d'un indice diastolique nul si la mesure est faite sur une boucle flottante du cordon ?

De la même façon qu'il existe des différences de résistance pour une même artère ombilicale, il existe des différences entre les deux artères chez un même fœtus.

Nous avons mesuré dans notre étude l'indice de pulsatilité (IP) des artères ombilicales en para-vésical.

Au lieu de considérer les valeurs de l'IP au niveau des artères ombilicales droite et gauche, elles ont été réparties en valeurs minimales et maximales. Le pourcentage de différences entre l'IP maximales et l'IP minimales a été calculé pour chaque examen et chaque sujet.

Les résultats montrent une différence statistiquement significative ($p < 0,0001$) entre l'IP maximum et l'IP minimum puisqu'elle est de 0,28 ($\pm 0,25$) soit 16,7% ($\pm 15,1\%$).

On peut se demander si en cas d'insuffisance placentaire, la résistance à l'écoulement dans une artère ombilicale est compensée par l'autre artère et si la persistance de différences entre les deux artères n'aurait pas d'implications cliniques.

On retrouve jusqu'à 20% de différences entre les deux artères dans plus d'un quart des cas dans l'étude de Prédanic et al., ce qui implique que les résultats Doppler peuvent être très différents suivant que l'on considère l'une ou l'autre artère (50).

De plus, Figueras et al. en 2006 ont comparé l'IP de l'artère ombilicale, chez 100 fœtus, proche de l'insertion placentaire, sur boucle flottante et en para-vésical et il semble que ce dernier site de mesure soit le plus fiable.

Khare et al. en 2006 ont reconnu ce site, ainsi qu'un angle proche de zéro, comme facilement identifiable.

Une étude avait pour objectif de comparer la résistance systolique et diastolique des flux dans les artères ombilicales chez 80 patientes entre 20 et 40 semaines de gestation. Les sites de mesure ont été identifiés au préalable et la mesure Doppler a été faite par le rapport S/D. Les résultats montrent une différence

significative ($p < 0,01$) entre les moyennes maximales et minimales systoliques et diastoliques avec une différence de 14,9% à 10,4%. La résistance à l'écoulement dans une artère ombilicale diffère donc souvent considérablement de l'autre. Ce qui fait une différence de plus de 20% chez 29% de la population de l'étude (11)(50).

Une question a été soulignée sur l'éventuel biais de mesure en fonction du degré de courbure des artères dépendant du remplissage vésical. Une étude a été menée chez dix fœtus eutrophes au cours du troisième trimestre de grossesse, en l'absence de malformation ou d'anomalie chromosomique, chez qui l'IP et l'ISD de l'artère ombilicale ont été mesurés en péri-vésical durant 15 minutes, temps correspondant à différents taux de remplissage vésical. Les angles allant de 20 à 70°. Ces mesures ont été ensuite comparées in vitro et in vivo. Les résultats de l'étude montrent que la mesure de l'artère ombilicale en para-vésical doit être faite vessie vide ou que le rayon de courbure du vaisseau doit être supérieur au rayon de l'artère ombilical, soit 2,5 mm (35).

Cette étude décrit le site de mesure para-vésical pour les artères ombilicales comme un site fiable à condition de respecter un certain degré de courbure des artères et ainsi de préférer mesurer l'indice diastolique chez un fœtus vessie vide.

La résistance à l'écoulement au sang qui existe entre les deux artères est une considération importante à prendre en compte et d'autant plus que l'on se situe au deuxième trimestre de la grossesse, le moment où les différences sont le plus marquées. Un indice de résistance élevé voire nul sur une artère ombilicale peut ne pas être péjoratif pour le pronostic fœtal si la résistance dans la seconde artère est normale. A contrario, si l'on ne considère qu'une artère ombilicale avec une résistance normale, il est possible de passer à côté d'une diastole ombilicale nulle sur l'autre artère et ainsi peut-être de ne pas mettre en place une surveillance fœtale adaptée. Le fait de trouver en clinique lors d'un examen une diastole positive qui se trouve nulle lors d'un examen suivant n'est probablement pas dû à une évolution du Doppler mais au fait que l'on n'analyse pas les deux fois la même artère.

Ces résultats confirment donc les résultats de notre étude, à savoir, qu'il existe une différence significative (de plus de 16%) à la résistance du flux sanguin entre les deux artères ombilicales.

Notre première hypothèse portant sur l'intérêt de considérer les deux artères ombilicales dans un contexte de retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire est donc validée.

3.4 Hypothèse n° 2

Un indice diastolique nul bilatéral est le reflet d'une mauvaise hémodynamique fœtale.

La différence de résistance entre les deux artères ombilicales explique le fait que l'on puisse avoir un indice diastolique nul sur une artère et qu'il soit positif sur l'autre. Cette situation pourrait être expliquée par le fait que les artères ne reflètent pas la même partie de la vascularisation placentaire.

Deux artères ombilicales nulles seraient-elles alors péjoratives reflétant une atteinte placentaire plus importante ?

Nous avons comparé dans notre étude la résistance des artères ombilicales mesurées en para-vésical. Elles ont été réparties en trois groupes : indice diastolique positif bilatéral, indice diastolique nul unilatéral et indice diastolique nul bilatéral. Nous avons ensuite observé dans chacun de ces groupes l'âge gestationnel au moment de l'examen, le délai entre l'examen échographique et l'accouchement, le rapport cérébro-placentaire, l'indice du flux de l'isthme aortique et l'indice de pulsatilité du ductus venosus. Les résultats sont présentés pour les fœtus dont le poids de naissance est inférieur au 10° percentile, inférieur au 5° percentile, ce qui représente 64,2% de la population, puis inférieur au 10° percentile uniquement pour les fœtus ayant un âge gestationnel inférieur à 32 SA.

Nous avons tout d'abord observé la vélocimétrie Doppler des artères ombilicales en fonction de l'âge gestationnel au moment des examens échographiques et les résultats sont les suivants :

Pour les nouveau-nés hypotrophes ayant un poids de naissance inférieur au 10° percentile : l'âge gestationnel est significativement plus bas au moment des

examens entre un indice diastolique positif bilatéral (n=123), avec un âge gestationnel moyen de 32 SA et nul unilatéral (n=46) ($p<0,05$), où l'âge gestationnel moyen est de 30,1 SA ainsi qu'avec un indice diastolique nul bilatéral (n=56) dont l'âge gestationnel moyen est de 29,5 SA ($p<0,05$).

L'âge gestationnel est donc ici significativement plus bas entre un indice diastolique positif bilatéral et nul, qu'il le soit au niveau d'une ou des deux artères.

Pour les nouveau-nés dont le poids de naissance est inférieur au 5^e percentile, les différences sont uniquement significatives ($p<0,05$) entre les diastoles positives bilatérales (n=98) et les diastoles nulles bilatérales (n=27).

Pour les nouveau-nés, nés avant 32 SA, les résultats sont non significatifs quelque soit l'indice diastolique.

La différence n'est pas significative entre une diastole nulle unilatérale et une diastole nulle bilatérale. Le caractère bilatéral de l'indice diastolique nul n'est donc pas un critère de gravité en ce qui concerne l'âge gestationnel.

En ce qui concerne les délais entre les examens échographiques et l'accouchement :

Pour les nouveau-nés dont le poids de naissance est inférieur au 10^e percentile : le délai moyen d'accouchement est de 20,4 ; 13,4 et 7,8 jours pour des Doppler ombilicaux respectifs positifs pour les deux artères, nuls pour une artère et nuls pour les deux artères. Ces résultats sont significatifs si l'on compare les trois groupes ($p<0,05$).

Les différences sont également significatives en terme de délai d'extraction ($p<0,05$), si l'on considère les naissances ayant eu lieu à un âge gestationnel inférieur à 32 SA, entre une diastole positive bilatérale (délai : 28,8 jours) et nulle unilatérale (15,9 jours), positive et nulle bilatérale (délai de 8,9 jours) et entre une diastole nulle unilatérale et nulle bilatérale.

Le délai d'extraction est donc significativement plus court en cas de diastole nulle bilatérale vs diastole positive bilatérale et nulle unilatérale. Une diastole nulle bilatérale est donc un facteur de gravité en terme de délai d'extraction pour un poids de naissance inférieur au 10^e percentile.

Pour les nouveau-nés avec un poids de naissance inférieur au 5° percentile : les résultats sont significatifs ($p < 0,05$) entre le groupe diastole positive bilatérale, avec un délai d'extraction de 21,8 jours en moyenne, et le groupe diastole nulle bilatérale avec un délai d'extraction moyen de 9,6 jours.

Le caractère bilatéral de la diastole nulle n'est donc pas significativement prédictif d'un délai d'extraction plus court lorsque le poids de naissance est inférieur au 5° percentile.

Entre 1998 et 1999 une étude a été menée sur une période de huit mois comprenant cent fœtus, entre 28 et 41 SA, et présentant un retard de croissance (défini par un PA inférieur au 5° percentile). Elle a montré qu'en présence d'un Doppler ombilical pathologique, avec une fin de diastole diminuée ou nulle, le délai d'extraction entre le diagnostic et l'accouchement était significativement plus court (51).

Lorsque l'on compare la moyenne du rapport cérébro-placentaire et la moyenne de l'IFI en considérant toujours les trois populations, les résultats sont significatifs entre les diastoles positives bilatérales et les diastoles nulles unilatérales et bilatérales ($p < 0,05$), ainsi qu'entre les diastoles nulles unilatérales et bilatérales ($p < 0,05$).

Le rapport cérébro-placentaire et les IFI sont de façon significative systématiquement plus bas lorsque l'indice diastolique est nul au niveau des deux artères.

Une diastole nulle bilatérale est donc prédictive pour ces critères d'une plus mauvaise hémodynamique fœtale.

La diminution des résistances de l'artère cérébrale moyenne est prédictive d'un développement neurologique défavorable. Il semble en pratique que l'intérêt de considérer la perte de la vasodilatation de l'artère cérébrale moyenne soit plus prédictif chez les RCIU de constitution tardive (21)(52)(35).

En situation d'hypoxie, les résistances vasculaires placentaires s'élèvent, on constate une vasodilatation cérébrale et une diminution du flux au niveau de l'isthme

aortique, le flux diastolique peut aller jusqu'à disparaître voire s'inverser, il devient alors rétrograde (53).

Une étude prospective a évalué l'apport de la mesure du spectre au niveau de l'isthme aortique fœtal dans un contexte de retard de croissance intra-utérin entre 28 et 38 semaines d'aménorrhée chez des grossesses uniques. La morbidité et la mortalité périnatale ont été comparées en fonction du caractère antérograde (n=26) ou rétrograde (n=6) du spectre. Celle-ci était significativement plus élevée en cas de spectre rétrograde (54).

En ce qui concerne l'indice de pulsatilité du DV, les différences sont significatives ($p < 0,05$) entre les indices diastoliques positifs bilatérales et les indices diastoliques nulles bilatérales pour les trois populations. En revanche, les résultats sont non significatifs entre un indice diastolique nul unilatéral et un indice diastolique nul bilatéral.

Un indice diastolique nul bilatéral n'est donc pas prédictif d'une mauvaise hémodynamique fœtale pour ce critère.

Le spectre du DV est modifié pour deux des quatre MFIU de notre étude avec une onde a négative, elle est positive chez les quatre nouveau-nés décédés en post partum. La modification des vitesses sanguines veineuse est péjorative pour le pronostic néonatal.

Dans une étude portant sur 197 fœtus, un cas d'agénésie complète du DV a été rapporté et le fœtus est pourtant né à terme avec un poids de naissance normal. Mais ce cas, en condition physiologique, ne permet pas de remettre en cause le rôle du canal d'Arantius en situation pathologique (3). La forme du DV est bien corrélée avec la survenue d'acidose fœtale (21). L'absence de l'onde a est décrite dans la littérature comme le reflet d'un pronostic fœtal d'une particulière gravité (39)(21). Sa sensibilité en terme de mortalité périnatale est évaluée entre 40 et 70% selon les études (21).

En cours de grossesse, on observe une tendance à la diminution de la résistance au flux au niveau des artères ombilicales ainsi qu'à une égalisation entre les deux artères. Ces évolutions pourraient être imputables à l'anastomose de Hyrtl et à sa maturation (11)(50).

L'anastomose de Hyrtl est une anastomose qui se situe près de la surface placentaire (0,5 à 6 cm d'après Fujikura en 2003 et moins de 3 cm pour Raio et al.). Sa présence a été décrite déjà depuis longtemps (1870) ainsi que sa situation anatomique comme faisant communiquer les artères ombilicales. Elle jouerait un rôle dans l'égalisation des pressions et dans la répartition du débit sanguin au niveau placentaire (11)(12).

L'étude de Raio et al. avait pour objectif de mesurer la résistance à l'écoulement du flux sanguin avant et après l'anastomose au niveau des deux artères ombilicales pour 36 patientes chez qui l'anastomose était présente parmi les 41 patientes incluses dans l'étude. Pour les 5 autres femmes, les artères ombilicales étaient fusionnées dont 3 avec une insertion placentaire vélamenteuse ou marginale. Les résultats à la limite de la significativité ($p=0,05$), ont montré que l'indice de résistance était plus élevé avant l'anastomose qu'après.

Les résultats de notre étude montrent qu'une diastole nulle bilatérale est prédictive de délais plus courts en terme d'extraction et d'une hémodynamique fœtale plus sévère.

Ces résultats pourraient être expliqués par le fait que les artères ombilicales reflètent chacune une partie de la vascularisation placentaire, une diastole nulle bilatérale serait alors le reflet d'une atteinte placentaire plus importante et donc d'une hypoxie fœtale plus grande.

Notre deuxième hypothèse concernant la prédictivité d'un indice diastolique nul bilatéral comme le reflet d'une mauvaise hémodynamique fœtale est donc validée.

3.5 Hypothèse n° 3

Un indice diastolique nul bilatéral est le reflet d'un plus mauvais état néonatal.

Le taux d'accouchements prématurés dans notre étude est de 71,5%. La proportion des naissances ayant lieu avant 32 semaines d'aménorrhée est de 36,7% et l'âge gestationnel moyen est de 33,3 semaines d'aménorrhée.

Pour les résultats, observant l'âge gestationnel à la naissance par rapport aux indices diastoliques, ils sont significatifs ($p < 0,05$) entre un indice diastolique positif bilatéral, où la moyenne des nouveau-nés naissent à 35,8 SA, et un indice diastolique nul unilatéral où les âges gestationnels moyens sont de 31,3 SA. Les résultats sont également significatifs entre un indice diastolique positif bilatéral et nul bilatéral avec un âge de naissance moyen de 31,2 SA.

L'âge gestationnel moyen de naissance est donc significativement plus bas en cas de diastole nulle mais les résultats sont non significatifs entre le caractère nul unilatéral et nul bilatéral des indices diastoliques.

Un indice diastolique nul bilatéral ne semble donc pas être un caractère de gravité pour l'âge gestationnel.

Le poids de naissance moyen est de 1435 grammes et tous ont un poids de naissance inférieur au 10° percentile.

Les différences de poids, en fonction du Doppler ombilical, sont significatives ($p < 0,05$) entre un indice diastolique positif bilatéral, où le poids de naissance moyen est de 1844g, et un indice diastolique nul unilatéral où il est de 1044g en moyenne. Les résultats sont également significatifs ($p < 0,05$) entre un indice diastolique positif bilatéral et nul bilatéral, le poids de naissance moyen du dernier groupe étant de 1027g.

Le poids de naissance moyen est donc plus faible à la naissance en cas de diastole nulle, ce qui correspond aux délais d'extraction plus courts observés dans les résultats précédents. En revanche, les résultats ne sont pas significatifs, pour le poids de naissance, entre un indice diastolique nul uni et bilatéral.

En ce qui concerne le poids à la naissance, le caractère bilatéral de l'indice diastolique n'est donc pas un critère de gravité.

Une étude menée sur une période de huit mois comprenant cent fœtus, entre 28 et 41 SA, et présentant un retard de croissance, a montré qu'en présence d'un Doppler ombilical pathologique, avec une fin de diastole diminuée ou nulle, l'âge gestationnel à la naissance ainsi que le poids de naissance étaient significativement plus faibles avec un taux d'admission en réanimation néonatale plus important (51).

Le score d'Apgar a été observé à 1, 5 et 10 minutes de vie en fonction de l'indice diastolique ombilical.

A 1 et 5 minutes, les résultats sont significatifs ($p < 0,05$) entre le groupe indice diastolique positif bilatéral et nul unilatéral et entre les indices diastoliques positif bilatéral et nul bilatéral.

La proportion des nouveau-nés ayant un Apgar inférieur à 7, ce qui est un facteur de gravité, était respectivement de 17,3%, 4,8% et 1%. A 5 minutes de vie pour les Apgar inférieur à 7, les résultats sont non significatifs quelque soit la diastole ombilicale.

Le score d'Apgar est donc significativement plus bas en cas d'indice diastolique nul mais les résultats ne sont pas significatifs entre une diastole nulle unilatérale et nulle bilatérale. Le caractère nul de l'indice diastolique n'est donc pas un critère de gravité en ce qui concerne l'Apgar.

Le PH sanguin à la naissance prélevé au cordon est en moyenne de 7,29 dans l'étude.

En fonction de l'indice diastolique, les résultats ne sont pas significatifs entre un indice diastolique positif bilatéral, nul unilatéral et nul bilatéral puisqu'il est de 7,3 en moyenne pour les trois groupes étudiés.

Un indice diastolique nul, qu'il soit unilatéral ou bilatéral, ne semble pas être un critère de gravité pour le PH sanguin.

L'admission en néonatalogie représente 60% de la population de notre étude. En ce qui concerne le nombre de nouveau-nés admis en néonatalogie, les différences sont non significatives que l'indice diastolique soit positif ou nul.

Nous avons choisi de ne pas analyser les complications néonatales telles que les détresses respiratoires, les hémorragies intra ventriculaires sévères, car ces données ont déjà été traitées dans la littérature. De plus les résultats sont difficilement analysables en raison de la prématurité induite associée.

Un nouveau-né dont le poids de naissance est inférieur au 10^e percentile a une morbidité significativement plus élevée même en l'absence de Doppler de l'artère ombilicale pathologique (21) (55).

Dans l'étude de Karsdorp et al., il y a un lien significatif entre la mortalité périnatale, l'admission en soins intensifs de néonatalogie et une diastole nulle ou un reverse flow. Dans cette étude, un Doppler ombilical pathologique n'a pas influencé la survenue de syndromes respiratoires ou d'entérocolites ulcéro-nécrosantes (ce qui peut être étonnant pour l'ECUN du fait de l'épargne cérébrale au profit notamment des intestins en cas d'hypoxie) mais il est en revanche lié à des hypoglycémies, des anémies et des hémorragies cérébrales mais ces résultats peuvent aussi s'expliquer par le grand nombre de prématurés.

La mortalité périnatale compte huit fœtus dans notre étude (n=109) soit 7,3% de la population, quatre mort fœtal in-utéro et quatre décès néonataux.

Les MFIU surviennent entre 23 et 31 SA. Les patientes avaient entre 23 et 41 ans, trois nullipares dont deux fumeuses. A noter dans les antécédents de la patiente multipare un antécédent de pathologie vasculaire en cours de grossesse. Deux des quatre grossesses se sont compliquées d'une pré-éclampsie dont une d'un HELLP syndrome. Pour les quatre fœtus, les doppler des artères utérines montraient une résistance élevée avec la présence de notchs bilatéraux ainsi qu'une inversion du rapport cérébro-placentaire, un fœtus avait un Doppler ombilical nul avec un reverse flow et deux autres fœtus un indice diastolique nul bilatéral avec reverse flow, pour le quatrième, la diastole était positive pour les deux artères. Deux des quatre fœtus avaient une onde a négative pour le canal d'Arantius.

En ce qui concerne les décès néonataux, les naissances ont eu lieu entre 26,5 SA et 28,5 SA. Le mode d'accouchement était par césarienne pour anomalies du rythme cardiaque fœtal, les poids de naissance étaient compris entre 665 et 880 grammes. Pour un fœtus le Doppler des artères utérines avait une résistance normale avec une absence d'incisure protodiastolique, une diastole positive pour les deux artères ombilicales, une onde a positive au ductus venosus et un IFI>1. Pour les trois autres fœtus, le Doppler des artères utérines était pathologique avec la présence de notchs bilatéraux, l'indice diastolique bilatéral était nul avec deux reverse flow et deux IFI inférieurs à 0,7.

Pour les quatre fœtus le rapport cérébro-placentaire était diminué et l'onde a du DV était positive.

Au total 5 des 8 fœtus présentaient un indice diastolique nul bilatéral et un, un indice diastolique nul unilatéral.

En raison du risque de prématurité induite dans un contexte de retard de croissance intra-utérin, et donc du risque de morbidité et de mortalité néonatale, ces grossesses à risque doivent être évaluées et surveillées par la vélocimétrie Doppler afin de dépister l'apparition de diastoles nulles ou de reverse flow et donc de dépister les grossesses les plus à risque.

En ce qui concerne les données néonatales suivantes : l'âge gestationnel, le poids de naissance, l'Apgar et le PH sanguin, les résultats sont significatifs entre une diastole positive bilatérale et une diastole nulle unilatérale et bilatérale mais ils sont non significatifs entre un indice diastolique nul unilatéral et bilatéral.

Un indice diastolique nul est donc prédictif d'un état néonatal moins bon mais le caractère nul bilatéral du Doppler ombilical ne semble pas être un critère de gravité.

Notre troisième hypothèse n'est donc pas validée, un indice diastolique nul bilatéral n'est pas significativement prédictif d'un plus mauvais état néonatal. En revanche un indice diastolique nul unilatéral l'est, ce qui confirme l'importance de la surveillance du RCIU par le Doppler ombilical et l'importance donc de dépister tous les indices diastoliques nuls par la mesure du Doppler ombilical en para-vésical.

Un indice diastolique nul bilatéral est donc le reflet d'une mauvaise hémodynamique fœtale. Concernant les résultats le confrontant aux données néonatales, il n'apparaît pas comme un critère péjoratif. Cependant, pour pouvoir établir une corrélation entre une diastole positive bilatérale, une diastole nulle unilatérale, une diastole nulle bilatérale et les éventuelles répercussions de l'insuffisance placentaire chez l'enfant, il faudrait établir un suivi pédiatrique les deux premières années de vie de ces enfants.

3.6 Propositions

La prise en charge du retard de croissance intra-utérin commence déjà par une définition rigoureuse de celui-ci. L'institut National de la santé aux Etats-Unis et l'Organisation Mondiale de la Santé ont lancé une étude dans différents pays afin d'étudier le potentiel de croissance fœtal chez différentes ethnies, le but étant d'améliorer la classification de la croissance fœtale et ainsi de mieux distinguer les fœtus constitutionnellement petits des fœtus en restriction de leur croissance (22). La mesure de la hauteur utérine est un outil de dépistage tandis que la mesure des biométries fœtales a reporter sur des courbes personnalisées et du flux Doppler sont les éléments principaux du diagnostic (21).

La vélocimétrie Doppler est un élément essentiel de la surveillance du retard de croissance intra-utérin. Le site de mesure recommandé pour le Doppler ombilical est une boucle flottante du cordon, ce qui implique que l'on ne considère qu'une seule artère, les risques étant de plusieurs ordres :

- ne pas toujours mesurer la résistance du flux au même niveau de l'artère d'un examen à l'autre et ainsi ne pas dépister un indice diastolique nul lié à la perte de charge,
- ne pas mesurer la même artère d'un examen à l'autre, les conséquences pouvant être de ne pas dépister un indice diastolique nul si celui-ci est unilatéral, car il peut exister des différences importantes entre les deux artères.

De plus, ne considérer le Doppler ombilical qu'au niveau d'une seule artère, est prendre le risque de ne pas dépister un indice diastolique nul bilatéral.

Afin de limiter ces risques, en s'appuyant sur les résultats de notre étude et de la littérature, il semble que la mesure du Doppler ombilical au niveau des deux artères, dans un contexte de retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire, soit indiquée. Le but étant de dépister d'une part tous les indices diastoliques nuls unilatéraux et d'autre part tous les indices diastoliques nuls bilatéraux prédictifs d'une mauvaise hémodynamique fœtale.

Au même titre que les biométries fœtales reportées sur des courbes de croissance afin de surveiller l'évolution de celles-ci et ainsi de diagnostiquer des retards de croissance, peut-être que le fait d'inclure des courbes Doppler dans les dossiers obstétricaux permettrait de mieux visualiser leur évolution entre les examens échographiques.

Les examens mis en place pour la surveillance du retard de croissance intra-utérin et le rythme de ceux-ci dépendent du contexte et de son évolution.

3.7 Rôle de la sage-femme

Le dépistage et la prise en charge du retard de croissance intra-utérin sont essentiels en obstétrique en raison des risques de morbidité et de mortalité auxquels ces nouveau-nés sont exposés.

La sage-femme est présente tout au long de la grossesse. Son rôle est d'abord de dépister les fœtus à risque de retard de croissance intra-utérin lors des consultations par un interrogatoire précis et ciblé sur les antécédents médicaux et obstétricaux de la patiente.

De plus, la mesure de la hauteur utérine, dont la sensibilité est augmentée entre les échographies du deuxième et du troisième trimestre, accompagnée de la palpation abdominale au cours des consultations successives, est un outil de dépistage efficace des fœtus en restriction de leur croissance.

Une fois le diagnostic de retard de croissance intra-utérin établi, la sage femme, en collaboration avec l'obstétricien, va pouvoir mettre en place une prise en charge adaptée.

La sage-femme titulaire du diplôme universitaire d'échographie va réaliser les mesures biométriques fœtales qu'elle va ensuite reporter sur une courbe de référence afin d'apprécier la dynamique de croissance fœtale ainsi que le caractère harmonieux ou dysharmonieux du retard de croissance. Elle va également mesurer les vélocimétries Doppler afin d'évaluer la placentation des versants maternel et fœtal ainsi que la circulation artérielle et veineuse de ce dernier.

Pendant la grossesse, une surveillance clinique et para clinique maternelle et fœtale adaptée va être établie.

La sage-femme va reprendre l'anamnèse par un interrogatoire détaillé permettant une orientation étiologique.

La prise en charge maternelle va passer par une surveillance clinique et para clinique et par le dépistage d'éventuels signes d'aggravation.

La prise en charge fœtale va elle, notamment passer par la surveillance échographique des paramètres biométriques et des Doppler ainsi que par la surveillance cardiotocographique.

La sage-femme va ensuite faire la synthèse de tous les examens cliniques et para cliniques et va discuter avec l'obstétricien d'une éventuelle indication d'extraction fœtale ou d'une indication à accroître la surveillance fœtale.

La sage-femme va anticiper une éventuelle extraction fœtale en s'assurant que la patiente ait reçu une cure complète de corticoïdes.

Elle va également s'assurer que le couple ait rencontré le pédiatre afin de leur expliquer la prise en charge néonatale et que des places soient disponibles dans le service de néonatalogie. Si elle ne travaille pas dans une maternité de type III, elle va organiser un transfert in utéro.

En salle de travail, la sage-femme va être particulièrement attentive à la survenue d'anomalies du rythme cardiaque fœtal, les fœtus en retard de croissance étant plus petits et plus fragiles.

Le pédiatre va être prévenu en anténatal et la sage femme va s'assurer de l'absence de complications respiratoires ou métabolique néonatales.

Que se soit pendant la grossesse ou dans le post partum, la prise en charge materno-fœtale doit être pluridisciplinaire. Un accompagnement psychologique va être proposé, en effet ces grossesses à risque pouvant faire l'objet d'une hospitalisation de longue durée en anténatal comme en postnatal.

Conclusion

La mesure du Doppler ombilical est en pratique réalisée chez les grossesses singletons à risque au niveau d'une boucle flottante du cordon ombilical. Des études ont montré qu'en choisissant de le mesurer en para-vésical, vessie vide, les mesures étaient plus fiables.

Avec la perte de charge à mesure que l'on s'éloigne du fœtus, un indice diastolique nul, pourrait ne pas être dépisté près de l'insertion placentaire.

La mesure de l'indice diastolique ombilical au niveau du cordon libre implique également que l'on ne considère qu'une seule des deux artères et qu'il est donc possible de ne pas mesurer le Doppler au niveau de la même artère d'un examen à l'autre.

Comme le prouve les résultats de notre étude ainsi que la littérature, il existe une différence significative de résistance à l'écoulement au flux sanguin entre les deux artères. Ainsi, en ne mesurant l'indice diastolique qu'au niveau d'une artère, il est possible de ne pas dépister un indice diastolique nul unilatéral, qui représente tout de même 20,4% de notre population.

Une optimisation du moment de l'extraction fœtale est un compromis entre le risque d'hypoxie fœtale sévère et de complications iatrogènes liées à la prématurité induite. La décision est d'autant plus difficile à prendre qu'elle se pose à un âge gestationnel précoce.

Les résultats de notre étude montrent qu'un indice diastolique nul bilatéral est le reflet d'une hémodynamique fœtale plus sévère et de délais significativement plus courts en terme de délai d'extraction.

Des méta-analyses montrent que la surveillance fœtale, dans les grossesses à risque, par la vélocimétrie Doppler réduit la mortalité périnatale de façon significative sans augmenter le nombre d'interventions inutiles. Un Doppler ombilical pathologique est un indicateur pour accroître la surveillance fœtale et cela d'autant plus en présence d'un indice diastolique nul bilatéral.

Il apparaît donc au vu de ces résultats qu'il y ait une indication à considérer les deux artères ombilicales, chez les grossesses singletons, dans un contexte de retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire.

Il semble que la production anormale de certains facteurs reflète une insuffisance placentaire et soit donc prédictive de l'apparition d'une pré-éclampsie ou d'un retard de croissance intra-utérin.

En effet, des études ont montré que les marqueurs sériques peuvent être corrélés à la fonction placentaire comme un taux d'hormone gonadotrophine humaine (HCG) plus faible au cours du premier trimestre de la grossesse ou encore une augmentation de l'alpha foeto-protéine, de l'HCG et de l'inhibine A au cours du deuxième trimestre.

Cependant, le manque d'étude sur le sujet ne permet pas de généraliser ces résultats et ne peut ainsi permettre de considérer les facteurs biochimiques dans la pratique clinique.

Bibliographie

1. Bonnin P. Les circulations maternelle et fœtale. L'embryon chez l'homme et l'animal. *INSERM-INRA Editions*. 2002; 223–49;
2. Morville P. Evaluation de l'hémodynamique fœtale. *Editions scientifiques et médicales Elvesier SAS*. 2000;
3. Jouannic J-M, Fermont L, Brodaty G, Bonnet D, Daffos F. Mise au point sur la circulation fœtale. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*. 2004;
4. Bristow J, Rudolph A, Itskovitz J, Barnes R. Hepatic oxygen and glucose metabolism in the fetal lamb. Response to hypoxia. *J Clin Invest*. 1983;
5. Kiserud T, Stratford L, Hanson M. Umbilical flow distribution to the liver and the ductus venosus: an in vitro investigation of the fluid dynamic mechanisms in the fetal sheep. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*. 1997;
6. Barclay D, Franklin K, Prichard M. The foetal circulation and cardiovascular system, and the changes that they undergo at birth. London: *Blackwell Scientific Publication*. 1944;
7. Kiserud T, Eik-Nes S, Blaas H, Hellevik L. Foramen ovale: an ultrasonographic study of its relation to the inferior vena cava, ductus venosus and hepatic veins. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1992;
8. Mielke G, Benda N. Cardiac output and central distribution of blood flow in the human fetus. *Circulation*. 2001;
9. Kiserud T. Fetal venous circulation-an update on hemodynamics. *J Perinat Med*. 2000;
10. Kiserud T. Hemodynamics of the ductus venosus. *Eur J Obstetr Gynecol Reprod Biol*. 1999;
11. Gordon Zoya, Eytan Osnat, Jaffa Ariel J, Elad David. Hemodynamic analysis of Hyrtl anastomosis in human placenta. *J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2007;
12. Raio L, Ghezzi F, Di Naro, E, Franchi, M, Balestreri, D, Durig, P, et al. In-utero Characterization of the Blood Flow in the Hyrtl Anastomosis. *Placenta*. 2001; p.597-601;
13. Campbell AG., Dawes G., Fishman A., Hyman A. Regional redistribution of blood flow in the mature fetal lamb. *Circ Res*. 1967;
14. Rudolph A., Heymann M. Circulatory changes during growth in fetal lamb. *Circ Res*. 1970;

15. Jones M., Sheldon R., Peeters L., Markowski E, Meschia G. Regulation of cerebral blood flow in the ovine fetus. *American Journal of Physiology*. 1978;
16. Perrotin F, Hervé P, Potin J. Chapitre 14 - Retard de croissance intra-utérin. Conduites pratiques en médecine fœtale. Paris: *Elsevier Masson*. 2010. p. 215–30;
17. Fournié A, Kessler S, Bicquard F, Parent O, Connan L. Hypotrophie, retard de croissance intra-utérin, souffrance fœtale chronique. *EMC-Gynécologie Obstétrique*. 2004;
18. Hadlock F, Harrist R, Sharman R. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements – a prospective study. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 1985;
19. Guidetti D, Divon M, Braverman J. Sonographic estimates of fetal weight in the intrauterine growth retardation population. *American Journal of Perinatology*. 1990;
20. Zimmer E, Divon M. Sonographic diagnosis of IUGR-macrosomia. *Clin Obstet Gynecol*. 1992;
21. Figueras F, Gardosi J. Intrauterine growth restriction: new concepts in antenatal surveillance, diagnosis, and management. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2011 avr; 204(4):288–300;
22. Zhang J, Merialdi M, Platt LD, Kramer MS. Defining normal and abnormal fetal growth: promises and challenges. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2010 juin; 202(6):522–8;
23. Vergani P, Roncaglia N, Andreotti C. Prognostic value of uterine artery Doppler velocimetry in growth-restricted fetuses delivered near term. *Journal de Gynecologie Obstetrique* [24/02/2012]. 2002; Available de: 187: 932-6;
24. Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français. Gynécologie Obstétrique Abrégés connaissances et pratique. *Elsevier Masson*. Paris; 2006;
25. Hendrix N, Berghella V. Non-Placental Causes of Intrauterine Growth Restriction. *Seminars in Perinatology*. 2008 juin; 32(3):161–5;
26. Merviel P, Challier J-C, Foidart J-M, Uzan S. Apport du doppler dans la compréhension des anomalies de la placentation. Implantation et placentation. Physiologie, pathologies et traitements. *Masson*. 2001;
27. Platz E, Newman R. Diagnosis of IUGR : traditional biometry. *Seminars in Perinatology*. 2008;
28. Grover V, Usha R, Kalra S, Sachdeva S. Altered fetal growth: antenatal diagnosis by symphysis-fundal height in India and comparison with western charts. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*. 1991 juill; 35(3):231–4;
29. CNGOF. Rapport du Comité national technique de l'échographie de dépistage prénatal. L'échographie de diagnostic. 2010. [24/01/2012];

30. Boog G, Racine AC, Volteau C, Nguyen JM. Critères de normalité de l'analyse informatisée du rythme cardiaque fœtal établis par le logiciel OXFORD 8002 entre 25 et 34 SA. *La Revue Sage-Femme*. 2007 sept; 6(3):129–37;
31. Goffinet F, Aboulker D, Paris-Llado M, Uzan M, Papiernik E, Breart G. Screening with a uterine Doppler in low risk pregnant women followed by low dose aspirin in women with abnormal results: a multicenter randomised controlled trial *BJOG*. 2001; 108(5): 510-8;
32. Sohn C, Krapfl-Gast AS, Schiesser M. Echographie en gynécologie et obstétrique. 2e éd. *Maloine*; 2007;
33. L. Carbillon, Largillière C, Perrot N, Tigaizin A, Cynober E, Uzan M. Hémodynamique utéroplacentaire et pratique du doppler utérin à 12 semaines d'aménorrhée. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité*. 2003;
34. Bault J-P, Quarello E, Ville Y. Doppler obstetrical. *Sauramps Medical*. 2009;
35. Balbis S, Gaglioti P, Todros T, Guiot C. Doppler Indices in the Umbilical Arteries: Influence of Vessel Curvature Induced by Bladder Filling. *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2007 déc; 33(12):1895–900;
36. Quarello E, Nizard J, Ville Y. Apport du doppler du canal d'Arantius dans la prise en charge des retards de croissance intra-utérin d'origine vasculaire. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité*. 2007 avr; 35(4):343–51;
37. E. Cynober, B. Carbonne, J Milliez. Place du Doppler dans la prise en charge des RCIU sévères et précoces;
38. Kiserud T, Ozaki T, Nishina H, Rodeck C, Hanson M. Effect of NO, phenylephrine, and hypoxemia on ductus venosus diameter in fetal sheep. *J Physiol Heart Circ Physiol*. 2000;
39. Hecher K, Bilardo C, Stigter R, Ville Y, Hackeloer B, Kok H, et al. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: a longitudinal study. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2001 déc;
40. Cabrol D, Goffinet F. Protocoles cliniques en obstétrique. 3ème éd. *masson*; 2009;
41. David C, Tagliavini G, Pilu G. Receiver-operator characteristic curves for the ultrasonographic prediction of small-for-gestational-age fetuses in low-risk pregnancies. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 1996;
42. Blondel B, Kermarrec M. Enquête Nationale Périnatale 2010 [14/02/2012]. INSERM; 2011. Available de: U. 953;
43. Figueras F, Meler E, Eixarch E, Francis A, Coll O, Gratacos E, et al. Association of smoking during pregnancy and fetal growth restriction: Subgroups of higher susceptibility. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 2008 juin; 138(2):171–5;

44. Karsdorp VH., van Vugt JM., van Geijn H., Kostense P., Arduim D, Montenegro N, et al. Clinical significance of absent or reversed end diastolic velocity waveforms in umbilical artery. *The Lancet*. 1994 déc 17; 344(8938):1664–8;
45. Winer N, Tsasaris V. État des connaissances : prise en charge thérapeutique de la pré-éclampsie. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*. 2008 févr; 37(1):5–15;
46. Pottecher T, Luton D, Collet M, Luton D, Pottecher T, Zupan-Simunek V. Chapitre 23 - Recommandations multidisciplinaires relatives à la prise en charge de la pré-éclampsie. *Prise en charge multidisciplinaire de la pré-éclampsie*. Paris: Elsevier Masson; 2009. p. 296–322;
47. Pottecher et al. Réanimation des formes graves de pré-éclampsie : conférence d'experts, Société française d'anesthésie et de réanimation, Société française de médecine périnatale, Société de pédiatrie, Collège national des gynécologues obstétriciens français. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*. 2001;
48. Prise en charge multidisciplinaire des formes graves de pré-éclampsie. *La Revue Sage-Femme*. 2009 sept; 8(4):247–52;
49. Cruz-Martinez R, Figueras F. The role of Doppler and placental screening. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*. 2009 déc; 23(6):845–55;
50. Predanic, M, Kolli, J, Yousefzadeh, P, Pennisi, J. Disparate Blood Flow Patterns in Parallel Umbilical Arteries. *Obstetrics and Gynecology*. Elsevier; 1998. p.257_260;
51. Seyam YS, Al-Mahmeid MS, Al-Tamimi HK. Umbilical artery Doppler flow velocimetry in intrauterine growth restriction and its relation to perinatal outcome. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*. 2002 mai; 77(2):131–7;
52. Vergani P, Andreotti C, Roncaglia N, Zani G, Pozzi E, Pezzullo JC, et al. Doppler predictors of adverse neonatal outcome in the growth restricted fetus at 34 weeks' gestation or beyond. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2003 oct;189(4):1007–11;
53. Fouron J-C, Gosselin J, Raboisson M-J, Lamoureux J, Tison C-A, Fouron C, et al. The relationship between an aortic isthmus blood flow velocity index and the postnatal neurodevelopmental status of fetuses with placental circulatory insufficiency. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2005 févr; 192(2):497–503;
54. Hidar S, Zaafour R, Bouguizane S, Chaïeb A, Jerbi M, Bibi M, et al. Apport pronostique du Doppler de l'isthme aortique foetal dans la prise en charge du retard de croissance intra-utérin: étude prospective longitudinale. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*. 2004 déc; 33(8):745–52;
55. Figueras F, Eixarch E, Meler E, Iraola A, Figueras J, Puerto B, et al. Small-for-gestational-age fetuses with normal umbilical artery Doppler have suboptimal perinatal and neurodevelopmental outcome. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 2008 janv; 136(1):34–8.

La surveillance du retard de croissance intra-utérin d'origine vasculaire par la vélocimétrie du Doppler ombilical

Les fœtus présentant un retard de croissance intra-utérin sont exposés à des risques de complications à court et long terme. La surveillance par la vélocimétrie du Doppler ombilical, dans un contexte de retard de croissance intra-utérin, réduit la morbidité et la mortalité périnatale.

Les recommandations pour les fœtus en retard de croissance sont de choisir une boucle flottante du cordon ombilical comme site de mesure. Ce qui implique que la mesure ne soit pas toujours faite au même endroit pour un même fœtus. Il y a un intérêt à mesurer systématiquement le Doppler ombilical en para-vésical chez les fœtus en retard de croissance car il existe une différence de résistance au flux sanguin entre les deux artères. Ainsi, considérer ce site de mesure chez les fœtus en retard de croissance de façon systématique permettrait d'éviter toute source d'erreur et de dépister les indices diastoliques nuls ou reverse flow bilatéraux, prédictifs d'une hémodynamique fœtale plus sévère.

Mots-clés : retard de croissance intra-utérin, échographie-doppler, cellules endothéliales de la veine ombilicale humaine, mesure de la pression artérielle , hémodynamique, foetus

Intrauterine growth restriction of vascular origin monitored by umbilical Doppler velocimetry

Fetuses with early onset intrauterine growth restriction are at increased risk for adverse short and long term outcomes. The umbilical artery Doppler velocimetry used to monitor fetuses with intrauterine growth restriction (IUGR) allows a reduction in perinatal morbidity and mortality.

To monitor fetuses with IUGR, it is recommended to sample a free-floating loop of the umbilical cord as a measurement site. This implies that this measurement is not always made at the same site for the same fetus. There is an interest to systematically measure the umbilical Doppler on perivesical site for fetuses with IUGR as there is a difference in blood flow resistance between the two arteries. This would allow avoiding any measurement error and would also allow detecting the bilateral absent or reversing end diastolic flow, which indicates a more severe degree of hemodynamic compromise.

Keywords : fetal growth retardation (IUGR), ultrasonography, doppler, human umbilical vein endothelial cells, blood pressure determination, hemodynamics, fetus