

*COLLÈGE NATIONAL
DES GYNÉCOLOGUES ET OBSTÉTRICIENS FRANÇAIS
Président : Docteur B. Maria*

**Extrait des
Mises à jour
en Gynécologie
et Obstétrique**

—

**TOME XXV
publié le 6.12.2001**



*VINGT-CINQUIÈMES JOURNÉES NATIONALES
Paris, 2001*

Critères d'extraction fœtale avant terme lors de retard de croissance in utero

B. LANGER¹, E. DAVID¹, P.-Y. ANCEL², A. TREISSER¹
(Strasbourg)

1. INTRODUCTION

Il y a plus de 20 ans, les obstétriciens ne réalisaient pas de césariennes pour souffrance fœtale s'ils estimaient que le poids fœtal était inférieur à 1000 g ou si l'âge gestationnel était inférieur à 28 semaines d'aménorrhée (SA). Aujourd'hui, avec les progrès réalisés en néonatalogie, des survies à des poids de naissance inférieurs à 500 g ou à des âges gestationnels inférieurs à 22 SA sont rapportées et entraînent les obstétriciens à faire des césariennes à des termes de plus en plus précoces. Il n'existe pas actuellement de consensus quant à l'âge gestationnel ou au poids de naissance à partir duquel une césarienne pour indication fœtale est justifiée. L'enquête européenne GRIT montre les divergences d'opinion quant à la valeur des divers examens complémentaires utilisés et à l'attitude appliquée selon l'âge gestationnel (45). On sait que les enfants de moins de 1000 g, qui représentent 1 % des naissances, sont à l'origine de près de la moitié de la mortalité périnatale et

1. Service de Gynécologie-Obstétrique – Hôpital de Hautepierre
67098 STRASBOURG CEDEX

2. INSERM Unité 149 : Unité de recherches épidémiologiques en santé périnatale et santé des femmes

que, parmi les survivants, 20-30 % d'entre eux vont présenter une importante morbidité notamment neurologique (110). Si les néonatalogistes sont confrontés régulièrement au problème de la poursuite des soins chez certains de ces enfants, les obstétriciens, eux, informent et conseillent les parents, puis posent l'indication d'une extraction, alors qu'ils ne peuvent évaluer le pronostic fœtal qu'indirectement.

Les enfants de faible poids pour leur âge gestationnel (SGA des Anglo-Saxons) présentent une mortalité et une morbidité périnatales plus élevées que les enfants de poids normal de même âge gestationnel (14, 18, 88); le plus souvent, ce mauvais pronostic est en rapport avec un environnement utérin défavorable. On connaît par ailleurs l'intrication prématurité-retard de croissance (125). Enfin, nos connaissances montrent que le devenir périnatal et, en particulier, le risque d'infirmité motrice cérébrale, paraît plus lié à des événements anténataux qu'à des événements per-partum (15). C'est pourquoi on cherche depuis plusieurs années à développer des examens complémentaires anténataux permettant de mieux prédire la mortalité et morbidité périnatales. Leur principal objectif est d'identifier les fœtus à risque afin de les extraire à temps. Cette conduite est cependant discutable car elle peut augmenter la mortalité et la morbidité de deux manières. Premièrement, en pratique courante, un potentiel de croissance est mal évalué en anténatal (44). On substitue pour cela dans la plupart des études récentes au groupe des « retards de croissance (RCIU) vrais » celui des SGA, définis comme les fœtus n'ayant pas atteint in utero soit des critères anthropométriques spécifiques, soit un seuil de poids pour un certain âge gestationnel. Cette substitution conduit à inclure parmi les SGA un certain nombre d'enfants petits pour leur âge mais de croissance normale, pour lesquels une extraction prématurée ne pourra être que néfaste. Deuxièmement, si une extraction précoce d'un RCIU vrai a pour objectif d'éviter une mort in utero, elle va également provoquer une prématurité iatrogène elle-même source de mortalité-morbidité. On devine d'emblée que nos choix pour un test appréciant le bien-être fœtal varieront selon le terme. Au 2^e trimestre, la crainte des complications liées à la prématurité fera que l'on recherchera des tests présentant un faible taux de faux positifs, alors qu'au 3^e trimestre on privilégiera les tests présentant une bonne sensibilité. On peut, à ce propos, rappeler qu'un test de dépistage ou de diagnostic devrait satisfaire plusieurs critères avant d'entrer dans la pratique

clinique, et l'on verra que ceux qui sont utilisés pour évaluer le bien-être fœtal ne les remplissent pas le plus souvent. Un test doit être fiable et reproductible (*reliability* des Anglo-Saxons) et pour cela, faire l'objet d'études vérifiant la bonne concordance intra et inter-observateur. Il faut dans le même temps prendre en compte sa facilité de mise en œuvre (durée de l'examen, coût du matériel, compétence du personnel réalisant et interprétant l'examen). Un test doit être pertinent (*efficiency* des Anglo-Saxons) et présenter une bonne sensibilité, spécificité et valeurs prédictives pour identifier tel ou tel problème clinique. Enfin, le test se doit d'être efficace (*efficacy* des Anglo-Saxons). Pour cela, des études randomisées devront vérifier l'hypothèse que l'introduction de ce test permet d'améliorer le pronostic clinique. C'est à cette occasion que l'on peut prendre en compte le rapport coût/bénéfice. À toutes ces exigences s'ajoutent les difficultés de disposer de critères de jugement satisfaisants. Le plus souvent, les critères utilisés témoignent de l'état néonatal peu de temps après la naissance (état vivant ou mort, examen neurologique néonatal, score d'Apgar, pH au cordon ombilical). Or, la plupart de ces critères présentent une faible corrélation avec le devenir à long terme, qui est notre réelle préoccupation (95).

2. CRITÈRE DE L'ÂGE GESTATIONNEL ET/OU DU POIDS DE NAISSANCE

Toute décision d'extraction à distance du terme va d'abord prendre en compte l'âge gestationnel et le poids de naissance estimé. Au 1^{er} trimestre, la mesure échographique de la longueur crano-caudale entre 7 et 12 SA permet de définir un début de grossesse avec un intervalle de confiance à 95 % de ± 5 jours (122). La correction du terme par les données de l'échographie ne se justifie que lorsque les cycles sont irréguliers ou la date des dernières règles mal connue. Au 2^e trimestre, cet intervalle de confiance passe à $\pm 7-8$ jours avec la mesure du bipariétal ou du fémur. L'estimation échographique du poids fœtal est meilleure que celle donnée par la clinique lorsque le poids fœtal est inférieur à 2500 g. Quelles que soient les formules utilisées, l'erreur absolue moyenne est inférieure à 10 %, ce qui est négligeable pour les enfants de faible poids (108). Ainsi, pour des enfants

dont le poids de naissance se situe entre 500 et 1000 g, l'estimation pondérale donnée par plusieurs formules se situait à ± 100 g du poids réel dans 80 % des cas (76). Avec une des formules les plus citées, celle de Hadlock, Kaaij obtient une sensibilité de 88 % et une spécificité de 85 % pour dépister, parmi 100 enfants de 24 -34 semaines, ceux dont le poids est inférieur à 650 g (58). Les valeurs prédictives positive et négative étaient respectivement de 68 % et 95 % pour une prévalence de 26 %. Les formules faisant appel au 3D permettront peut-être d'en améliorer la précision (35). D'autres auteurs ont montré que la combinaison de l'âge gestationnel et du périmètre abdominal permettait de mieux prédire le pronostic des enfants de moins de 1000 g que l'estimation du poids fœtal (7). Enfin, certains ont cherché à mettre en évidence le ralentissement de la croissance, qui correspond à la vraie définition du RCIU, mais qui nécessite au moins 2 mesures espacées de 2 semaines. On peut d'ailleurs relever qu'un arrêt de croissance dans une suspicion de RCIU est le plus souvent considéré comme un critère d'extraction.

Au total, on dispose avant 34 SA, période où l'on hésite à décider d'une extraction, d'informations relativement précises quant à l'âge gestationnel et au poids de naissance estimé. On peut par contre s'interroger sur la bonne appréciation de ces informations par les obstétriciens. Haywood a montré dans son enquête combien les obstétriciens tendent à sous-estimer les taux de survie et à surestimer les taux de séquelles pour le terme ou poids estimé par rapport aux résultats nationaux (51). On peut à leur décharge noter qu'il existe dans la littérature une grande dispersion des résultats par âge gestationnel tant au niveau de la mortalité que de la morbidité neurologique (110). Bottoms a montré que la prise en charge adoptée par les obstétriciens est calquée sur leur estimation de la viabilité; pour chaque fourchette de poids de naissance, le pourcentage d'obstétriciens prêts à réaliser une césarienne suit celui de leur estimation de la viabilité (17). De plus, les résultats de cette enquête ont montré que, pour les enfants de moins de 1000 g, le fait que l'obstétricien soit prêt à réaliser une césarienne améliore de façon significative les taux de survie et de morbidité. L'intention de césariser pour une indication fœtale fait disparaître virtuellement les morts in utero et réduit la mortalité néonatale. Par contre, en dessous de 800 g ou de 26 SA, cette approche est également associée à un taux plus élevé de survie avec morbidité importante. Il apparaît donc essentiel que les obstétriciens connaissent le mieux possible dans

leur environnement le pronostic des enfants selon leur âge et leur estimation de poids.

3. MONITORAGE CLASSIQUE DU RYTHME CARDIAQUE FŒTAL (RCF)

L'enregistrement simple du RCF sans stimulation permet d'analyser la fréquence de base, la variabilité, les décélérations, les accélérations et la réactivité en rapport avec les mouvements fœtaux. Au début des années 70, on a commencé à s'intéresser au monitoring du RCF avant le travail pour juger le bien-être fœtal. En Europe, Sureau s'est intéressé aux enregistrements du RCF sans stimulation (*nonstress test* ou NST des Anglo-Saxons) et a mis en évidence l'importance d'une diminution de la variabilité, de l'absence d'accélérations et de rythme particulier comme le rythme sinusoïdal dans les immunisations Rhésus (94). À la suite des travaux de Visser (115) et d'Evertson (34), l'utilisation du NST s'est développée. Il s'agit d'un enregistrement pendant 20 minutes, au cours duquel on recherche avant tout l'existence de 2 accélérations se traduisant par une augmentation du rythme de base (amplitude et durée de 15 s). Lorsqu'elles sont présentes, le tracé est dit réactif. Lorsqu'il n'y en a qu'une ou aucune, le tracé est dit non réactif et il faut le prolonger durant 40, voire 120 minutes. Ce mode d'analyse permet d'améliorer de façon nette la variabilité d'interprétation intra et inter-observateur. La concordance inter-observateur est de 63-98 % avec le score de Fischer, de 60 % lors d'interprétation subjective et de 93-95 % avec le NST (37, 67, 107, 109). Le risque de décès fœtal dans la semaine qui suit un test réactif est d'environ 5 ‰ (faux négatifs). Dans une série de 37 décès fœtaux survenant dans la semaine suivant un test réactif, on a montré que la grande majorité des faux négatifs présentaient soit du méconium à l'aspiration, soit un circulaire du cordon, ce qui est en faveur d'un accident asphyxique aigu (99). Après un tracé non réactif, le risque d'observer une certaine morbidité fœtale (liquide teinté, score d'Apgar bas ou intervention pour souffrance fœtale) varie entre 25 et 50 % (86). On a proposé dans cette situation de réaliser un test au Syntocinon® (*Contraction stress test* ou CST des Anglo-Saxons), car ce test permettait de reproduire les

décélérations tardives recherchées pendant le travail et témoignant d'un pronostic périnatal altéré. Le taux standardisé de mortalité périnatale corrigée dans la semaine qui suit un test au Syntocinon® négatif est de 1,2/1 000 (65). Cependant, ce test présentait plusieurs inconvénients. Il est consommateur de temps (60-90 minutes). Il impose une voie intraveineuse, ce qui entraîne en pratique une hospitalisation. Il présente un fort taux de faux positifs (30 % en moyenne; valeurs allant de 8 à 57 %) (Lagrew). Il est de ce fait aujourd'hui abandonné par la majorité des équipes (28, 65, 115).

Il faut noter que, dans sa revue de la littérature (*Cochrane review*), Pattison n'a pas retrouvé en 1998 suffisamment d'études correctement menées permettant de valider l'intérêt du NST dans l'appréciation du bien-être fœtal (85). L'évaluation des performances du NST est difficile par le manque d'uniformité des conditions d'étude et surtout du facteur « âge gestationnel » (29). Avant 32 semaines, la durée de l'enregistrement nécessaire pour observer les accélérations requises est inversement proportionnelle à l'âge gestationnel (Tableau I) (20, 33). À cet âge de grossesse, pour la plupart des auteurs, une amplitude de 10 bpm pour définir une accélération semble suffisante pour s'assurer du bien-être fœtal (39, 86). Il faut souligner qu'en cas de RCIU, c'est précisément souvent à ces termes précoces que l'on s'inquiète du bien-être fœtal. Des différences de population et de prévalence de pathologies peuvent de ce fait expliquer des différences de performance du *nonstress test* (57). Il est par ailleurs notoire qu'en cas de diabète ou de RCIU une surveillance hebdomadaire est insuffisante pour le dépistage des morts in utero (9, 63). Une

Tableau I
Importance de l'âge gestationnel dans la réactivité
d'un enregistrement du RCF (20)

Réactif après :	24 SA (%)	26 SA (%)	28 SA (%)	30 SA (%)	32 SA (%)	Moyenne (%)
30 mn	50	50	83,3	80	93,3	71,3
60 mn	20	36,7	10	13,3	3,3	88,0
90 mn	6,7	3,3	0	3,3	3,3	91,3
% cumulé de 76,6 tracé réactif	90	93,3	96,6	100		

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

fréquence bihebdomadaire, voire pluriquotidienne, a été proposée sans qu'aucun intervalle idéal entre 2 enregistrements ait pu être déterminé (86).

Pour réduire le taux de faux positifs du *nonstress test*, on a proposé de les provoquer par stimulation vibro-acoustique (89). Cette dernière permet de réduire de façon significative l'incidence des tracés non réactifs (OR 0,61; IC 95 % : 0,49-0,75) et le temps nécessaire pour évaluer le fœtus (temps moyen gagné 4,6 minutes; IC 5,96-3,14) (106, 126). Chez l'hypotrophe en particulier, peu d'études ont été réalisées (120). Aussi d'autres études randomisées sont nécessaires pour juger de sa fiabilité, de son efficacité et de son innocuité.

Dans la plupart des services de gynécologie-obstétrique, le monitoring du RCF est depuis plusieurs décennies la méthode de base pour surveiller les RCIU. Avec l'aggravation de la souffrance fœtale chronique, on observe successivement une disparition des accélérations, une diminution de la variabilité, l'apparition de décélérations, puis au stade terminal un tracé plat (115). Ces altérations du RCF ont été retrouvées chez l'animal chez lequel on réalisait une embolisation progressive du lit placentaire (78). Ces différents signes sont corrélés aux gaz du sang obtenus par cordocentèse (Tableau II) (118). La présence d'accélérations permet d'exclure l'existence d'acidose (40). La perte des accélérations est associée à une diminution régulière de la variabilité (101). La diminution de la variabilité, observée quel que soit l'âge gestationnel, n'est pas due à un changement de fréquence des divers états comportementaux, mais à des réponses plus faibles du RCF quel que soit l'état comportemental (54). Snijders a montré qu'au cours des grossesses normales le

Tableau II

Performances des différents paramètres du RCF dans le diagnostic de l'hypoxie et/ou de l'acidose (prévalence 28 %) (118)

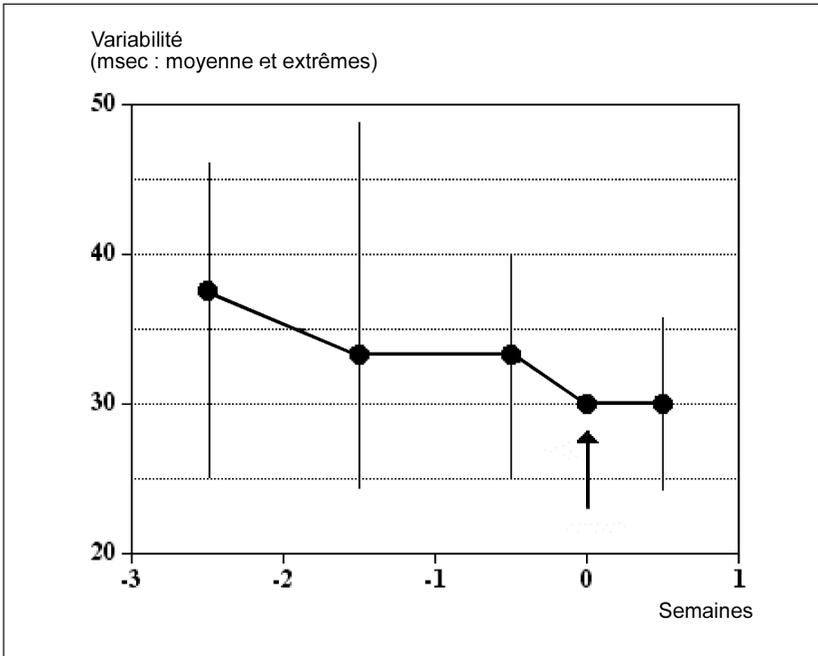
	Sensibilité	Spécificité	Valeur prédictive positive	Valeur prédictive négative
Absence d'accélérations	63	85	63	85
Variabilité (< 5 bpm)	42	98	89	81
Décélérations	68	92	76	88
Tachycardie (> 150 bpm)	47	88	60	81

5^e percentile de la variabilité à long terme (VLT) est toujours supérieur à 20 ms dès 24 semaines (100). Cette dernière reste cependant dans les limites de la normale jusqu'à l'apparition des premières décélérations (Fig. 1) (11, 101, 117). La survenue de décélérations répétées dans un contexte de RCIU témoigne quasiment toujours d'une hypoxie et d'une acidose fœtale. Elle est pour plusieurs auteurs un signe trop tardif qu'il ne faudrait pas attendre (120). En effet, le pronostic neurologique des enfants nés prématurément et ayant présenté des décélérations paraît moins bon que ceux n'en ayant pas présenté (tableau III) (116).

Ainsi, en cas de RCIU, le monitoring classique du RCF permet de dépister facilement les premiers signes de souffrance fœtale chronique (disparition des accélérations). Les décélérations qui sont les altérations terminales et qui sont faciles à mettre en évidence sont, par contre, considérées comme trop tardives. Entre ces

Figure 1

Évolution de la variabilité à long terme dans le temps chez 13 RCIU par rapport à l'apparition de la 1^{re} décélération (flèche) (117)



CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

Tableau III

*Devenir néonatal selon le type d'enregistrement du RCF
chez 23 fœtus à terme et 33 fœtus prématurés (116)*

	RCF	N	% césariennes	pH art ombilicale	État neurologique à la naissance			NNOS
					Normal	Suspect	Anormal	
À terme	Normal	9	100	7,25	8	1	–	56
	Décélérations	14	100	7,14	3	7	4	52
Prématurés	Normal	12	–	7,18	7	5	–	53
	Décélérations	14	79	7,16	4	6	4	51
	Terminal	7	100	6,99	–	3	4	49

NNOS : *neonatal neurological optimality score (range 0-60)*

deux extrêmes existe souvent un intervalle de temps important (quelques semaines), au cours duquel le RCF classique n'est pas informatif. Bien qu'une extraction prématurée de tous les RCIU ne présentant pas de décélérations puisse réduire le risque de lésions cérébrales in utero, l'augmentation substantielle de la mortalité et morbidité liées à la prématurité limite cette approche. L'analyse informatisée du RCF, par le complément d'informations qu'elle fournit, est pour ces raisons très intéressante.

4. L'ANALYSE INFORMATISÉE DU RCF

Elle est utilisée dans de nombreux services de gynécologie-obstétrique conduits à s'occuper de RCIU et de prématurés. Elle a été développée par Dawes et Redman depuis près de 20 ans (Système 8002, Sonicaid®, Oxford Instruments, Oxford, Angleterre) (24, 26). Une description de la technique et une revue de la littérature ont été rapportées récemment par Subtil (105). Par rapport au monitoring classique, ce mode d'analyse présente plusieurs avantages :

- Elle supprime les variations d'interprétation inter et intra-individuelle (22, 41, 55) et fournit une interprétation globale à la fin de l'enregistrement. On a montré que les différences d'interprétation observées sur des enregistrements classiques du RCF ont des conséquences sur la conduite à adopter (6).

- Elle permet de mesurer des paramètres non visibles à l'œil nu comme la variabilité à court terme (VCT) et les épisodes de haute et basse variabilité, paramètres qui paraissent plus intéressants que les paramètres classiques dans la surveillance des RCIU, notamment loin du terme.

- Elle fournit une donnée chiffrée des paramètres : nombre d'accélération (> 15 bpm et > 10 bpm) ou de décélérations, durée des épisodes de haute et basse variabilité, valeur de la VCT. Ceci permet d'analyser de façon objective l'évolution de ces paramètres dans le temps. La figure 2 illustre la détérioration progressive des divers paramètres fournis par l'analyse informatisée du RCF dans un cas de RCIU.

- Elle permet de réduire loin du terme la durée d'enregistrement et le nombre d'examen complémentaires pour s'assurer du bien-être fœtal.

- Enfin c'est un examen complémentaire facile à réaliser et vite obtenu. Le coût du cardiotocographe n'est que légèrement supérieur au coût des autres appareils. Sa réalisation comme son interprétation ne nécessitent pas un personnel entraîné comme le demandent les différents examens doppler par exemple.

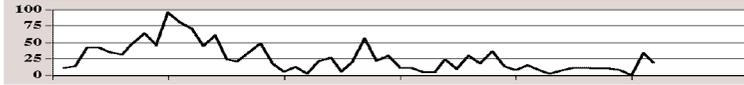
Afin d'affiner l'analyse de la variabilité à long terme (VLT), l'équipe de Dawes a défini un nouveau paramètre, la variabilité à court terme (VCT) (104). Une VLT de 10 bpm (rythme normal) correspond à une VCT de 5,7 ms, alors qu'une VLT à 6,5 bpm (valeur seuil légèrement supérieure au seuil du tracé réduit) correspond à une VCT de 3,8 ms. Dans une série de 78 fœtus présentant une VLT < 20 ms, ceux qui présentaient une VCT < 3 ms avaient des gaz du sang significativement altérés par rapport à ceux présentant une VCT > 3 ms. Dans une série plus importante de 89 fœtus dont l'âge moyen était de 30 semaines, Dawes relevait un taux de décès in utero de 0 % chez ceux dont la dernière VCT > 3 ms, de 4 % chez ceux dont la VCT variait entre 2,6 et 3,0 ms, et de 24 % chez ceux dont la VCT était < 2,6 ms (25). Guzman a comparé les performances des différents paramètres obtenus à partir d'une analyse informatisée du tracé dans la prédiction d'une acidose lors de retard de croissance intra-utérin (47, 48). Les différents paramètres (nombre d'accélération, épisodes de haute variabilité, épisodes de faible variabilité ou variabilité à court terme) étaient tous parfaitement corrélés avec la survenue d'une acidose lors de l'accouchement. La variabilité à court terme était le paramètre le plus performant, notamment comparé à la variabilité à long terme. Senat a montré grâce à l'analyse informatisée l'effet des corticoïdes

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

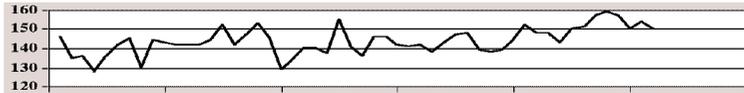
Figure 2

Évolution entre 30 et 32 SA des différents paramètres donnés par l'analyse informatisée du RCF dans un RCIU présentant un doppler ombilical altéré et une vasodilatation cérébrale. L'extraction par césarienne (flèche) a donné naissance à une fille de 980 g, CA 10, pH au cordon 7,25.

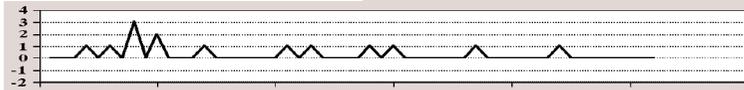
Mouvements fœtaux



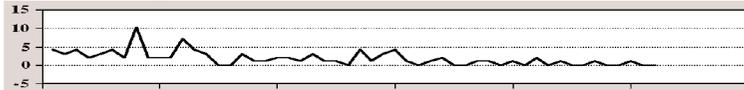
Rythme de base



Accéléérations 15 bpm



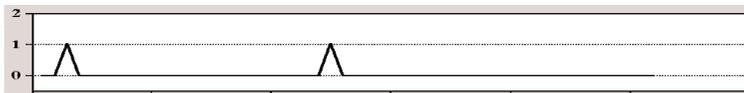
Accélérations 10 bpm



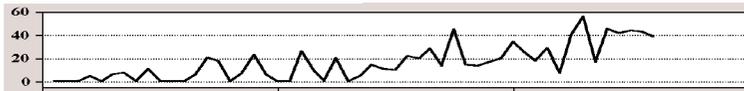
Épisodes de haute variabilité



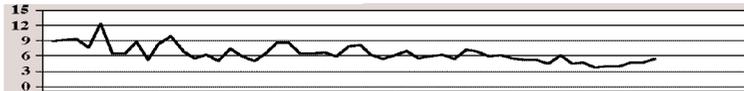
Décélérations



Épisodes de faible variabilité



Variabilité à court terme (VCT)



- 2 semaines

- 1 semaine

Césarienne ↑

sur le rythme cardiaque fœtal (96). La bétaméthasone réduit de façon significative les variabilités à court terme et à long terme ainsi que le nombre d'accélération dans les 24-48 heures après son administration, alors qu'il n'en est rien pour la dexaméthasone. La diminution de la variabilité à court terme est cependant très modérée puisque toutes les valeurs de VCT observées se situent au-dessus de 5 ms

En conclusion, l'analyse informatisée du RCF permet d'obtenir rapidement, sans appareillage sophistiqué et coûteux ni opérateur très spécialisé, des informations chiffrées permettant de suivre l'évolution des différents paramètres du RCF dans le temps. Le décompte du nombre d'accélération > 10 bpm, de la durée des épisodes de haute variation en fonction de l'âge gestationnel et de la VCT apparaissent comme des paramètres plus pertinents que l'analyse visuelle du RCF dans la prédiction d'une acidose fœtale. Ces paramètres se révèlent particulièrement intéressants dans les grossesses de moins de 32 semaines, où l'analyse visuelle du RCF est plus difficile et où précisément on est souvent amené à s'interroger quant au bien-être fœtal. Cependant, avant de la recommander pour la pratique courante, il est nécessaire de l'évaluer de façon prospective, d'une part sur des séries plus importantes et d'autre part vis-à-vis du pronostic à long terme.

5. LE SCORE BIOPHYSIQUE

Ce score a été développé par Manning pour apprécier le bien-être fœtal en combinant des informations obtenues par échographie et celles du RCF (60). Sur une période d'au moins 30 minutes, on recherche 5 paramètres qui seront chacun cotés 0 ou 2 selon qu'ils sont absents ou présents. Quatre de ces paramètres sont recherchés en échographie : la quantité de liquide amniotique, le tonus fœtal, la présence de mouvements fœtaux et celle de mouvements respiratoires. Le dernier paramètre consiste en l'analyse du RCF en termes de réactif ou non réactif. Le tableau IV résume la conduite à tenir proposée par Manning selon les résultats du test et les taux de faux négatifs.

Ce score dépiste à la fois des signes témoignant d'une souffrance fœtale chronique (oligoamnios) et d'autres témoignant d'une souffrance plus aiguë. Chez l'hypotrophe, l'oligoamnios

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

Tableau IV

*Interprétation et conduite à tenir selon les résultats
du score biophysique (adapté d'après Manning) (70, 71)*

Résultat du test	Interprétation du score	MPN dans la semaine suivant les tests en l'absence d'intervention (%)	VPP du score pour l'infirmité cérébrale motrice (%)	Conduite à tenir
10/10 (LA normal) 8/8 (RCF non fait)	Risque d'asphyxie fœtale	< 1	0,7	Intervention seulement pour des motifs maternels ou obstétricaux
	Danger chronique probable	89		
6/10 (LA normal)	Test douteux asphyxie fœtale possible	Variable	13,1	Si mature, provoquer l'accouchement Si immature, répéter le test dans les 24 h
	Asphyxie fœtale probable	89		
4/10	Asphyxie fœtale hautement probable	91	22,1	Provoquer l'accouchement
	Asphyxie fœtale presque certaine	125		
0/10	Asphyxie fœtale certaine	600	333	
MPN : mortalité périnatale - VPP : valeur prédictive positive.				

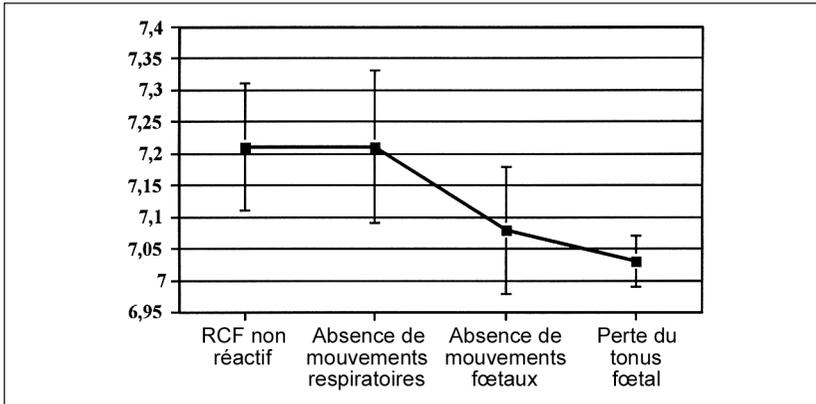
s'explique à la fois par l'altération de la fonction placentaire et par la diminution de la production d'urines, elle-même secondaire à la redistribution des débits avec augmentation des résistances au niveau de l'artère rénale. Ribbert, dans une étude longitudinale chez 19 RCIU, a étudié durant les 15 jours précédant la césarienne l'évolution des mouvements fœtaux, des mouvements respiratoires et de la VLT (90). L'altération des mouvements fœtaux et des mouvements respiratoires débute plusieurs jours avant la césarienne, alors que l'altération de la VLT ne survient que tardivement.

Dans l'expérience de Manning, plus de 97 % des scores réalisés chez des patientes à risque sont normaux. Sur 2 séries portant sur 23 396 patientes à risque, le taux de morts in utero dans la semaine qui suivait un score biophysique normal n'était que de 0,68/1000 (70). Plus récemment, Manning a montré de façon rétrospective que l'incidence d'infirmité cérébrale motrice était plus faible dans le groupe de patientes évaluées avec le score biophysique (1,33 %) que dans la population témoin (4,74 %) ($p < 0,001$) (71). Il faut cependant noter qu'aucun bénéfice en faveur du score biophysique n'a pu être démontré dans la méta-analyse réalisée pour la *Cochrane Database*, en raison du faible nombre de patientes incluses dans les études randomisées (2).

Le gros reproche fait à l'encontre de ce score est d'être consommateur de temps, puisqu'il faut rechercher les mouvements fœtaux et les mouvements respiratoires pendant au moins 30 minutes avant de pouvoir affirmer qu'ils sont absents. Vintzileos a cependant montré qu'un RCF non réactif ou l'absence de mouvements respiratoires sont un des premiers signes de l'hypoxémie et de l'acidose fœtales, alors que l'absence de mouvements corporels fœtaux ou du tonus fœtal traduit l'existence d'une acidose, d'une hypoxémie et d'une hypercapnie avancées (69, 113) (Figure 3). Lorsqu'un enregistrement du RCF est réactif ou qu'il existe des mouvements respiratoires, il recommande de ne pas poursuivre la recherche des autres paramètres. On a proposé pour la même raison un score plus simple, le score biophysique modifié (SBM), limité à la recherche d'accélération à l'enregistrement du RCF et à la mesure de la quantité du liquide amniotique (77, 79). Avec le SBM, le taux de faux négatifs (mort in utero dans la semaine qui suivait le test) n'était que de 0,8/1000. Dans une population de grossesses à haut risque, 21,5 % présentaient un SBM anormal avec, parmi ces dernières, 60 % de faux positifs (absence de souffrance fœtale en cours de travail, de liquide

Figure 3

Valeur moyenne (\pm SD) du pH du sang artériel du cordon ombilical lorsqu'un paramètre du score biophysique de Manning était absent (114)



teinté, de score d'Apgar < 7 ou de poids de naissance < 10^e percentile). Cependant, la prématurité induite par ces faux positifs se limitait à 1,5 % des grossesses testées avant 37 SA.

En pratique, on peut en cas de RCIU apprécier dans un 1^{er} temps le bien-être fœtal par le monitoring du RCF et l'estimation de la quantité de liquide amniotique. Si l'un de ces paramètres est altéré, on pourra préciser le degré de souffrance fœtale en réalisant le profil biophysique complet.

6. LES EXAMENS DOPPLER

Parmi les divers examens complémentaires disponibles pour juger du bien-être fœtal, les explorations vélocimétriques des vaisseaux fœtaux sont devenues incontournables car elles permettent de mesurer les modifications hémodynamiques qui surviennent chez les fœtus hypotrophes.

1. Physiopathologie des explorations vélocimétriques

Au cours des grossesses normales, le placenta est un lit vasculaire à basse résistance, ce qui assure un flux continu dans l'artère ombilicale pendant tout le cycle cardiaque. Comme le flux durant la diastole est essentiellement passif, c'est lui qui va diminuer dans les RCIU par insuffisance placentaire. Ceci se traduira à l'extrême par un flux diastolique nul, voire un *reverse-flow*. On sait aujourd'hui que l'hypotrophe menacé d'hypoxie est capable de s'adapter en redistribuant ses débits de façon préférentielle vers plusieurs organes vitaux, le cerveau (*brain sparing effect*), le cœur, les surrénales et la rate aux dépens du reste du corps (1, 16, 42, 72, 112, 123, 124). Lorsque les limites de ce mécanisme d'adaptation sont atteintes, la fonction cardiaque va progressivement s'altérer, ceci se traduisant par une diminution du débit cardiaque. Normalement, le débit du cœur droit est légèrement supérieur à celui du cœur gauche. Lors des phénomènes de redistribution et lorsqu'il s'agit de RCIU asymétrique, ce rapport s'inverse (91). Le ventricule gauche, qui envoie le sang dans l'aorte ascendante essentiellement vers le cerveau, voit sa post-charge diminuer. Celle du ventricule droit, qui envoie l'essentiel du sang dans le canal artériel, puis dans la partie basse du corps et le placenta, augmente. Ces changements sont à la base du raisonnement motivant l'exploration du versant veineux de la circulation fœtale. Lorsque le cœur droit commence à défaillir, l'augmentation de la pression atriale droite va provoquer une diminution marquée des vélocités (onde a) dans le *ductus venosus* durant la contraction auriculaire (61). Dans le même temps survient une augmentation de la composante *reverse* des vélocités dans la veine cave inférieure à l'origine des pulsations observées sur le spectre doppler (56). En phase terminale, ces répercussions auront une traduction au niveau de la veine ombilicale.

2. Le doppler ombilical

L'examen doppler au niveau de l'artère ombilicale permet tout d'abord de conforter le diagnostic de RCIU établi par la biométrie (74). L'altération du flux diastolique au niveau de l'artère ombilicale permet surtout de distinguer parmi les suspicions d'hypotrophie celles qui sont à risque de souffrance fœtale en cours

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

de travail, d'un mauvais score d'Apgar, d'un pH au cordon < 7,15 ou d'un transfert en unité de soins intensifs (103). Cette altération du doppler ombilical précède de plusieurs semaines, voire plusieurs mois, les altérations du rythme cardiaque fœtal ou le moment de l'extraction (4, 50). Les méta-analyses réalisées à partir des études randomisées ont toutes validé l'utilisation du doppler ombilical dans les grossesses à haut risque (31, 43, 80). Chez les patientes pour lesquelles on disposait des résultats de l'examen du doppler ombilical, la mortalité périnatale est réduite de plus de 30 %. Comparativement au monitoring du RCF, il permet de réduire les durées d'hospitalisation et le nombre de consultations prénatales pour surveillance (49). Par ailleurs, la gravité du pronostic fœtal est proportionnelle à la sévérité de la réduction du flux diastolique, comme l'a montré une étude prospective multicentrique portant sur 459 grossesses à haut risque dont 318 RCIU (tableau V) (60).

Tableau V

Pronostic fœtal selon l'altération du flux diastolique au niveau de l'artère ombilicale. Étude prospective multicentrique portant sur 459 grossesses à haut risque, dont 318 RCIU (60)

	Flux diastolique + (n = 214)	Flux diastolique nul (n = 178)	Reverse-flow (n = 67)	P value
Âge gestationnel de naissance (sem.)	36,3	31,5	29,0	–
Poids de naissance (g)	2204	1209	769	–
Mort in utero (%)	3	14	24	< 0,001
Mortalité post-partum (%)	1	27	51	–
MMH sévère(%)	3	17	41	< 0,001
Hémorragie cérébrale légère ou moyenne (%)	4	12	8] < 0,01
Hémorragie cérébrale sévère (%)	1	9	35	
Entérocolite nécrosante (%)	3	5	9	0,20
Anémie (%)	6	14	32	0,002

L'odd-ratio concernant le risque de mortalité périnatale était de 4,0 pour le groupe des fœtus à diastole nulle, et de 10,6 pour ceux présentant un *reverse flow* par rapport aux fœtus où il existait encore un flux en diastole. L'odd-ratio concernant le risque d'hémorragie cérébrale était respectivement de 2,6 et de 4,8. Dans le même ordre d'idée, on a montré que les fœtus chez lesquels on observait une amélioration du flux diastolique soit spontanément, soit après remplissage vasculaire maternel, voyaient leur pronostic amélioré (13, 59). L'apparition d'un flux diastolique nul précède en général les perturbations des autres examens de surveillance (NST ou score biophysique). Dans sa revue de la littérature, Forouzan relève des intervalles de temps pouvant aller jusqu'à 25-27 jours après la constatation d'une diastole nulle (38). Dans la série de Pattison (84), le délai entre l'apparition d'un flux diastolique nul et le décès fœtal est en moyenne de 5,5 jours, alors que dans celle de Bekedam (12) le délai entre l'apparition d'un flux diastolique nul et la survenue de décélérations tardives est de 12 jours en moyenne. Dans la série d'Arduini, le délai moyen était de 7 jours et l'existence de facteurs tels que l'âge gestationnel, la coexistence d'une hypertension artérielle ou de pulsations au niveau de la veine ombilicale raccourcissait de façon significative ce délai (5). Divon a été un des premiers à montrer qu'une extraction immédiate dès la mise en évidence d'une altération du flux diastolique dans l'artère ombilicale n'était pas nécessaire si l'on mettait en place une surveillance intensive basée sur le monitoring du RCF et le score biophysique (30). Ainsi, les anomalies du doppler ombilical permettent de mettre sous surveillance intensive les fœtus suspects de RCIU, mais ne constituent pas, loin du terme, une indication d'extraction.

3. Le phénomène de redistribution

Même si on a pu mettre en évidence récemment en clinique humaine le phénomène de redistribution au niveau des artères coronaires, de l'artère surrénalienne et de l'artère splénique, c'est essentiellement au niveau de l'artère cérébrale moyenne qu'il est recherché en pratique courante, en raison de sa facilité d'obtention avec le doppler couleur. Le flux diastolique est très faible au cours des grossesses normales. Lorsque le phénomène de redistribution se produit, on observe une vasodilatation avec augmentation du flux diastolique. Le plus souvent, on calcule le rapport cérébro-placentaire défini par Arbeille entre la valeur de l'index de résistance

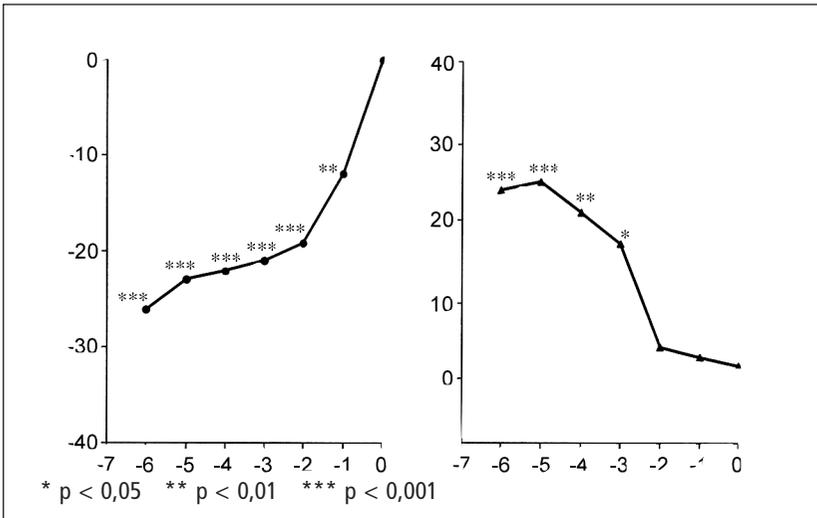
CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

cérébrale et celui de l'artère ombilicale (3). Ce rapport est toujours supérieur à 1 dans les grossesses normales. Les fœtus qui présentent un rapport cérébro-placentaire anormal présentent une mortalité et morbidité périnatales significativement augmentées (8). Comparé au périmètre abdominal ou au doppler ombilical seul, le rapport cérébro-placentaire améliore la prédiction du pronostic périnatal (8, 21). Mais ceci ne paraît vérifié que pour les grossesses de moins de 34 semaines (8). Il faut cependant souligner que le phénomène de redistribution au niveau cérébral est un mécanisme compensateur bénéfique au fœtus, et que sa survenue n'est pas associée à une fréquence plus élevée d'hémorragies intra-crâniennes ou de lésions ischémiques (73, 98).

La vasodilatation cérébrale survient en moyenne 3 semaines avant le moment de l'extraction (Fig. 4) (4, 50). Chez certains fœtus, ce phénomène de redistribution peut même disparaître dans les jours (3-9 jours) précédant les premières anomalies du RCF (réduction significative de la VLT et apparition de décélérations), traduisant un dépassement des mécanismes de com-

Figure 4

Évolution des indices de pulsatilité (% moyen de changement par semaine) de l'artère ombilicale (rond plein) et de l'artère cérébrale (triangle plein) les semaines précédant l'apparition des décélérations tardives (4)



pensation (119). McCowan avait également observé cette régression de la vasodilatation au niveau de l'artère carotide interne dans les jours précédant la mort in utero (75).

4. Les dopplers veineux

Leur réalisation nécessite un appareillage sophistiqué et des opérateurs entraînés. En 1991, Rizzo a montré les modifications hémodynamiques qui se produisaient chez l'hypotrophe au niveau du cœur et de la veine cave inférieure (91, 92), alors que Kiserud mettait en évidence celles au niveau du canal d'Arantius (62). Lors d'hypoxie fœtale apparaissent dans le ventricule droit une augmentation de la postcharge et une augmentation de la pression intra-ventriculaire en fin de diastole. Ces augmentations sont secondaires à la vasoconstriction artérielle périphérique et/ou à l'altération de la fonction cardiaque par diminution de sa compliance et de sa contractilité (52, 93). Cette augmentation de pression intra-ventriculaire crée un flux *reverse* dans le système veineux au cours de la contraction auriculaire en fin de diastole. Ceci se traduit au niveau du canal d'Arantius par une diminution des vitesses durant la contraction auriculaire (onde a). Dans les cas d'hypoxie et d'acidose les plus sévères, cette onde a devient nulle, voire négative. Si la détérioration se poursuit, le reflux atteindra la veine ombilicale avec apparition de pulsations au niveau de la veine ombilicale (46). Il s'agit là du signe le plus péjoratif. Dans la série de Gudmundsson portant sur 17 RCIU avec diastole ombilicale nulle, les 5 fœtus qui sont décédés étaient les seuls à présenter des pulsations au niveau de la veine ombilicale. L'intervalle de temps moyen entre le dernier examen échographique et l'accouchement a été de 9,4 jours chez les fœtus avec pulsations, alors qu'il n'était que de 6,8 jours chez ceux n'en présentant pas. Ce résultat paradoxal pourrait être expliqué par les différences d'âge gestationnel des fœtus. Dans le groupe avec pulsations au niveau de la veine ombilicale, l'âge plus faible peut avoir poussé les cliniciens, qui ignoraient les résultats de l'examen doppler, à prolonger la grossesse.

Ozcan a comparé les performances de divers indices doppler chez 19 RCIU entre 26 et 32 semaines (tableau VI) (83). Celui du canal d'Arantius apparaissait comme le plus performant, que ce soit pour la mortalité périnatale ou la survenue d'un score d'Apgar < 7 à 5 minutes. Baschat a rapporté une série de

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

Tableau VI

Comparaison des performances des explorations doppler pour la mortalité périnatale (prévalence 26 %) chez 19 RCIU entre 26 et 32 semaines (83)

	IP art. ombilicale	IP art. cérébrale moyenne	Rapport IP art. cérébrale moyenne /art.ombilicale	Pulsations au niveau de la veine ombilicale	<i>Ductus venosus</i> Onde a nulle ou négative
Anormal (%)	63,2	68,4	94,7	57,9	26,3
Sensibilité (%)	100	60	100	80	80
Spécificité (%)	50	29	7	50	93
Valeur prédictive positive (%)	42	23	28	36	80
Valeur prédictive négative (%)	100	67	100	88	93
IP : indice de plusatilité					

121 grossesses compliquées d'hypotrophie, chez lesquelles il confrontait aux données périnatales les résultats des examens doppler au niveau de l'artère ombilicale, de l'artère cérébrale moyenne et du système veineux (veine cave inférieure, canal d'Arantius, veine ombilicale) (10). Les fœtus étaient répartis en 3 groupes : le groupe 1 où l'altération du doppler se limitait à l'artère ombilicale, le groupe 2 où il existait en plus une vasodilatation cérébrale et le groupe 3 où existaient des anomalies doppler dans le secteur veineux. Dans le groupe 3, on relevait une anomalie du doppler dans 70 % des cas au niveau de la veine cave inférieure et dans 86 % des cas au niveau du canal d'Arantius. Des pulsations au niveau de la veine ombilicale ont été mises en évidence dans 74 % des cas. Des décélérations ont été observées au monitoring du RCF dans 26, 38 et 46 % des cas dans les groupes 1, 2 et 3 respectivement. Le tableau VII montre de façon significative que ce sont les enfants du groupe 3 qui présentaient le pronostic le plus sombre. L'analyse multivariée révélait que la plupart des différences significatives sur le plan des complications étaient liées aux différences d'âge gestationnel. Seul le doppler du canal d'Arantius était significativement associé aux morts in utero indépendamment de l'âge gestationnel. Hecher a rapporté 5 cas de RCIU où il a confronté les résultats de l'examen doppler au niveau du canal d'Arantius aux valeurs de la VCT obtenue par l'analyse informatisée du RCF (53). Sur

Tableau VII

Données périnatales de 3 groupes de fœtus (10) :

- groupe 1 : altération isolée du doppler de l'artère ombilicale
- groupe 2 : vasodilatation cérébrale
- groupe 3 : anomalies doppler au niveau de la veine cave inférieure, du canal d'Arantius ou de la veine ombilicale

	Groupe 1 (n = 42)	Groupe 2 (n = 29)	Groupe 3 (n = 50)
Âge gestationnel (semaine)	35	31	30 *
Poids de naissance (g)	1637	1045	690 *°
RCIU < 3 ^e percentile (%)	12	18	56 *
pH sang artère ombilicale	7,28	7,27	7,22 *°
Base excess sang artère ombilicale	- 3,4	- 4,7	- 6,5 *°
Mort in utero (n)	0	0	18 *°
Mort néonatale (n)	0	1	11 *°
MMH (n)	12	17	33 *
Durée séjour soins intensifs (j)	12	34 *	90 *°
Entérocolite nécrosante (n)	1	1	6 *
Hémorragie intra-ventriculaire grade 3-4 (n)	0	0	2
Insuffisance circulatoire (n)	3	4	17 *°

n : nombre de cas.
 * p < 0,05 versus groupe 1
 ° p < 0,05 versus groupe 2

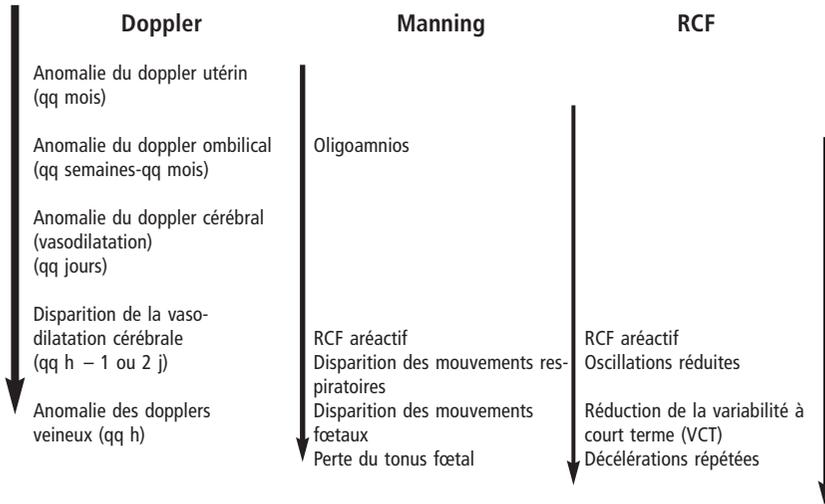
cette courte série, les anomalies du doppler semblaient précéder celles du RCF. Senat a confronté dans une étude prospective les résultats de l'examen doppler au niveau du sinus cérébral transverse et du canal d'Arantius aux données de l'analyse informatisée du RCF (97). Il existait une corrélation négative significative entre les valeurs doppler niveau du sinus cérébral transverse et du canal d'Arantius et les caractéristiques du RCF (décéléra-tions, variabilité à court terme, variabilité à long terme).

Au total, l'ensemble de ces études sur le doppler montre que la détérioration du système circulatoire est progressive chez la majorité des hypotrophes (Fig 5). Les anomalies du doppler ombilical précèdent les phénomènes de redistribution et les altérations du doppler de l'artère cérébrale moyenne. La poursuite de l'aggra-vation va se traduire par une normalisation du doppler de l'artère

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

Figure 5

Évolution dans temps des différents examens complémentaires utilisés pour juger du bien-être fœtal dans les RCIU (66)



cérébrale moyenne et/ou une altération des dopplers veineux (veine cave inférieure, canal d'Arantius ou veine ombilicale) avant que n'apparaissent les décélérations au monitoring du RCF. Tous les hypotrophes ne passent cependant pas par toutes ces étapes. Les anomalies des dopplers veineux sont corrélées aux hypotrophies les plus précoces et les plus sévères. L'extraction rapide lors d'anomalies des dopplers veineux peut se justifier devant le risque de mort in utero et les perturbations de l'équilibre acido-basique au sang du cordon avec lesquelles elles sont corrélées. Cependant, les anomalies des dopplers veineux paraissent moins bien corrélées avec les complications postnatales, qui semblent surtout dépendre de l'âge gestationnel. Seules des études randomisées prospectives prenant en compte l'âge gestationnel pourront comparer la pertinence des divers examens complémentaires pour appréhender le pronostic périnatal et démontrer les bénéfices qu'apporterait l'adjonction des dopplers veineux à notre surveillance actuelle.

7. LA CORDOCENTESE

La fréquence des aberrations chromosomiques dans les RCIU étant de l'ordre de 5 %, la cordocentèse a fait partie des explorations des RCIU à la fin des années 80, car elle permettait de déterminer rapidement le caryotype fœtal et de rechercher des arguments en faveur d'une étiologie infectieuse. Soothill a montré que, dans les RCIU sévères, les gaz du sang fœtal ainsi que l'équilibre acido-basique étaient significativement altérés (102). Dans la mesure où le pH et la pO_2 à l'accouchement sont considérés comme de bons indicateurs de l'état néonatal, certains auteurs ont proposé d'utiliser la mesure des gaz du sang (pH, *base-excess*, pO_2) obtenus par cordocentèse pour poser l'indication d'une extraction (32, 81, 87). Ce type de prise en charge n'est plus recommandé aujourd'hui pour plusieurs raisons (121). Nicolini a montré qu'une seule mesure du pH et des gaz du sang fœtal ne permet pas de distinguer les fœtus qui vont décéder de ceux qui vont survivre (82). L'acidose fœtale est le résultat de modifications chroniques et complexes au sein de l'unité fœto-placentaire, et utiliser une valeur faible du pH comme critère d'extraction n'a probablement que peu d'effet dans la prédiction d'un handicap (36). Par ailleurs, on dispose aujourd'hui de nouvelles techniques permettant d'éliminer l'existence d'une trisomie 21, 13 ou 18 en 2-3 jours sur un simple prélèvement d'amniocytes obtenus par amniocentèse. Enfin, la cordocentèse n'est pas dénuée de complications ; en cas de RCIU particulièrement, on rapporte un risque de décès fœtal de 2-3 %.

8. PRISE EN CHARGE DU RCIU DANS L'ENQUÊTE EPIPAGE

Cette enquête a porté sur les enfants nés en France entre 22 et 32 semaines en 1997. Parmi les enfants nés vivants, 184 (9,2 %) ont présenté un poids de naissance inférieur au 10^e percentile de la distribution des poids de naissance dans la population de l'étude. Le diagnostic d'hypotrophie a été suspecté avant

la naissance chez 88,7 % d'entre eux. Concernant le mode d'accouchement, 89,5 % sont nés par césarienne avant travail pour un pourcentage total de césariennes de 92,8 %. Parmi les césariennes réalisées avant travail, 50 % avaient une indication uniquement fœtale et 48,1 % une indication mixte materno-fœtale. Dans 146 cas de césarienne avant travail, un des examens complémentaires (RCF, échographie, doppler) au moins était anormal. Dans 78,3 % des cas, le monitoring du RCF était anormal et dans 89 % des cas, les examens doppler étaient pathologiques.

9. CONCLUSION

La prise en charge du RCIU continue d'être une question complexe pour laquelle il n'existe pas de consensus (19, 23, 27, 45, 64, 111). L'analyse informatisée du RCF et les examens doppler veineux sont d'utilisation récente et paraissent très prometteurs. Leur efficacité n'a cependant pas encore été validée. La conduite à tenir que l'on peut proposer aujourd'hui va dépendre de l'âge gestationnel auquel on réalise le diagnostic, du taux correspondant de survie sans séquelles, de l'étiologie et des moyens techniques aussi bien matériels qu'humains dont on dispose. Il n'existe pas de score ou d'arbre décisionnel qui puisse être proposé dans toutes les situations. L'âge gestationnel et l'estimation de la croissance fœtale sont des éléments essentiels à prendre en compte lorsque l'on discute de l'extraction d'un fœtus hypotrophe. La décision se fera sur un faisceau d'arguments.

Les antécédents, une suspicion clinique ou échographique d'hypotrophie, une diminution du liquide amniotique vont conduire à une mesure doppler au niveau des artères utérines, ombilicale et cérébrale moyenne. Si les dopplers au niveau de l'artère ombilicale et de l'artère cérébrale moyenne sont normaux, il s'agit d'une hypotrophie sans gravité pour laquelle une simple surveillance est nécessaire.

Si, par contre, il existe un arrêt de croissance, un oligoamnios ou une altération des dopplers artériels, il faut prendre en compte l'âge gestationnel et l'estimation de poids fœtal. Au-dessus de 34 semaines, il faut provoquer l'accouchement, les risques liés à la prématurité étant minimes.

En dessous de 34 semaines, la patiente sera adressée dans un centre de niveau 2 ou 3 et l'administration de corticoïdes sera systématique. Entre 27 et 32 semaines, les risques d'une extraction prématurée sont à mettre en balance avec ceux de la poursuite de la grossesse. La surveillance du RCF loin du terme sera facilitée par l'analyse informatisée du RCF. Il paraît difficile aujourd'hui de recommander une extraction sur une valeur anormale isolée de VCT ou des dopplers veineux.

En dessous de 27 semaines, les risques de mort ou de handicap liés à l'immaturité sont majeurs. Tous les moyens disponibles pour surveiller ces fœtus seront utilisés. Seules des anomalies majeures conduiront à l'extraction. Les décisions d'extraction se feront au cas par cas après discussion avec les parents. Dans certaines formes très sévères et très précoces, il faudra savoir ne pas intervenir et accepter la mort in utero.

Enfin, on se souviendra que tous nos critères d'extraction ont été essentiellement confrontés au devenir à court terme, alors qu'ils devraient également prendre en compte le devenir à long terme et que d'autres études prospectives sont nécessaires pour corriger cet aspect.

Résumé

La prise en charge du RCIU loin du terme continue d'être controversée. L'âge gestationnel comme le poids estimé sont des paramètres incontournables. La disparition des accélérations à l'enregistrement du RCF et l'absence de mouvements respiratoires à l'échographie sont parmi les premiers signes d'alerte. L'apparition de décélérations tardives répétées est un signe trop tardif que l'on devrait pouvoir éviter par une surveillance intensive rapprochée. L'examen doppler au niveau de l'artère ombilicale permet de repérer, parmi les fœtus suspects de RCIU, ceux qui sont réellement à très haut risque. L'apparition d'une diastole nulle au doppler ombilical comme celle d'une redistribution au niveau cérébral marquent une aggravation de la situation, mais surviennent 2-3 semaines avant l'apparition de décélérations tardives répétées. L'analyse informatisée du RCF permet de mieux dépister les altérations de la variabilité du RCF loin du terme. Une faible valeur de la variabilité à court terme (VCT < 3 ms) comme une anomalie au doppler veineux sont corrélées à un pronostic fœtal plus sombre, en partie lié à un âge gestationnel plus faible. Des études randomisées devront valider leur utilisation.

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

tion en tant que critères d'extraction. La décision d'extraction se fera toujours sur un faisceau d'arguments.

Bibliographie

1. Abuhamad AZ, Mari G, Bogdan D, Evans AT. Doppler flow velocimetry of the splenic artery in the human fetus: is it a marker of chronic hypoxia. *Am J Obstet Gynecol* 1995; 172: 820-5.
2. Alfircvic Z, Neilson J. Biophysical profile for fetal assessment in high risk pregnancies. (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 2, 2001 Oxford: Update software.
3. Arbeille Ph, Roncin A, Berson M, Patat F, Pourcelot L. Exploration of the fetal cerebral blood flow by duplex Doppler linear array system in normal and pathological pregnancies. *Ultrasound Med Biol* 1987; 13: 329-37.
4. Arduini D, Rizzo G, Romanini C. Changes of pulsatility index from fetal vessels preceding the onset of late decelerations in growth-retarded fetuses. *Obstet Gynecol* 1992; 79: 605-10.
5. Arduini D, Rizzo G, Romanini C. The development of abnormal heart rate patterns after absent end-diastolic velocity in umbilical artery: analysis of risk factors. *Am J Obstet Gynecol* 1993; 168: 43-50.
6. Ayres-de-Campos D, Bernardes J, Costa-Pereira A, Pereira-Leite L. Inconsistencies in classification by experts of cardiotocograms and subsequent clinical decision. *Br J Obstet Gynecol* 1999; 106: 1307-10.
7. Bahado-Singh RO, Dashe J, Deren O, Daftary G, Copel JA, Ehrenkranz RA. Prenatal prediction of neonatal outcome in the extremely low-birth-weight infant. *Am J Obstet Gynecol* 1998; 178: 462-8.
8. Bahado-Singh RO, Kovanci E, Jeffres A, Oz U, Deren O, Copel J, Mari G. The Doppler cerebroplacental ratio and perinatal outcome in intrauterine growth restriction. *Am J Obstet Gynecol* 1999; 180: 750-6.
9. Baret JM, Salver SL, Boehm FH. The nonstress test: an evaluation of 1,000 patients. *Am J Obstet Gynecol* 1981; 141: 153-7.
10. Baschat AA, Gembruch U, Reiss I, Gortner L, Weiner CP, Harman CR. Relationship between arterial and venous Doppler and perinatal outcome in fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 407-13.
11. Bekedam DJ, Visser GHA, Mulder EJJ, Poelmann-Weesjes G. Heart rate variation and movement incidence in growth-retarded fetuses: the significance of antenatal late heart rate decelerations. *Am J Obstet Gynecol* 1987; 157: 126-33.
12. Bekedam DJ, Visser GH, van der Zee Ag. Abnormal velocity waveforms of the umbilical artery in growth-retarded fetuses: relationship to antepartum late heart decelerations and outcome. *Early Hum Dev* 1990; 24: 79-89.
13. Bell JG, Ludomirsky A, Bottalico J, Weiner S. The effect of improvement of umbilical artery absent end-diastolic velocity on perinatal outcome. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 167: 1015-20.
14. Bernstein IM, Horbar JD, Badger GJ, Ohlsson A, Golan A, for Vermont Oxford Network. Morbidity and mortality among very-low-birth-weight neonates with intrauterine growth restriction. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 182: 198-206.
15. Black RS, Campbell S. Cardiotocography versus doppler (Opinion). *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 148-51.
16. Boog G, Collet M. La vélocimétrie Doppler. Applications actuelles. In: *Tournaire M, ed. Mises à jour en Gynécologie Obstétrique. Vigot-Paris* 1990; tome XIV pp 5-46.
17. Bottoms SF, Paul RH, Iams JD, Mercer BM, Thom EA, Roberts JM, Caritis SN, Moawad AH, Van Dorsten JP, Hauth JC, Thurnau GR, Miodovnik M, Meis PM, McNellis D, and the National Institute of Child Health and Human Development Network of Maternal-Fetal Medicine Units. Obstetrics determinants of neonatal survival: influence of willingness to perform cesarean delivery on survival of extremely low-birth-weight infants. *Am J Obstet Gynecol* 1997; 176: 960-6.
18. Bréart G, Poisson-Salomon A-S. Intrauterine growth retardation and mental handicap: epidemiological evidence. In: *Patel N, ed. Antenatal and perinatal causes of handicap. Baillieres Clin Obstet Gynecol* 1988; 2: 91-100.

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

19. Brodski J, Marsal K. Management of pregnancies with suspected intrauterine growth retardation in Sweden. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2000; 79: 723-8.
20. Castillo RA, Devoe LD, Arthur M, Searle N, Metheny WP, Ruedrich DA. The preterm nonstress test effects of gestational age and length of study. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 160: 172-5.
21. Chan FY, Pun TC, Lam P, Lam C, Lee CP, Lam YH. Fetal cerebral Doppler studies as a predictor of perinatal outcome and subsequent neurologic handicap. *Obstet Gynecol* 1996; 87: 981-8.
22. Cheng LC, Gibb DMF, Ajayi RA, Soothill PW. A comparison between computerised (mean range) and clinical visual cardiocographic assessment. *Br J Obstet Gynaecol* 1992; 99: 817-20.
23. Collet M, Le Vaillant C. Critères d'évaluation de l'atteinte fœtale et de décision: place de la vélocimétrie Doppler, du rythme cardiaque fœtal et du score biophysique. In Treisser A, ed. *Le retard de croissance intra-utérin avant 37 semaines*. Arnette-Blackwell. 1996 pp 165-88.
24. Dawes GS, Visser GHA, Goodman JDS, Redman CWG. Numerical analysis of the fetal heart-rate: the quality of ultrasound records. *Am J Obstet Gynecol* 1981; 141: 43-52.
25. Dawes GS, Moulden M, Redman CWG. Short-term fetal heart rate variation, decelerations, and umbilical flow velocity waveforms before labor. *Obstet Gynecol* 1992; 80: 673-8.
26. Dawes G, Moulden M, Redman CWG. Improvements in computerized fetal heart rate analysis antepartum. *J Perinat Med* 1996; 24: 25-36.
27. Davies GAL. Evaluation prénatale du bien-être fœtal. *J Soc Obstet Gynaecol Can* 2000; 90: 1-8.
28. Devoe LD. Clinical features of the reactive positive contraction stress test. *Obstet Gynecol* 1984; 63: 523-7.
29. Devoe LD, Castillo RA, Sherline DM. The nonstress test as a diagnostic test: a critical reappraisal. *Am J Obstet Gynecol* 1985; 152: 1047-53.
30. Divon MY, Girz BA, Langer O. Clinical management of the fetus with markedly diminished umbilical artery end-diastolic flow. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 161: 1523-7.
31. Divon MY. Umbilical artery Doppler velocimetry: clinical utility in high-risk pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 174: 10-4.
32. Donner C, Vermeylen D, Kirkpatrick C, Maertelaer V, Rodesch F. Management of the growth-restricted fetus: the role of noninvasive tests and fetal blood sampling. *Obstet Gynecol* 1995; 85: 965-70.
33. Druzin ML, Fox A, Kogut E, Carlson C. The relationship of the nonstress test to gestational age. *Am J Obstet Gynecol* 1985; 153: 386-9.
34. Evertson L, Gauthier R, Schiffrin B, Paul RH. Antepartum fetal heart rate testing. I. Evolution of the non stress test. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 133: 29-33.
35. Favre R, Bader AM, Nisand G. Prospective study on fetal weight estimation using limb circumferences obtained by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1995; 6: 140-4.
36. Fisk NM, Bower S. Fetal blood sampling in retreat. *Br Med J* 1993; 307: 143-4.
37. Flynn AM, Kelly J, Matthews K, O'Connor M, Viegas O. Predictive value of, and observer variability in, several ways of reporting antepartum cardiocographs. *Br J Obstet Gynaecol* 1982; 89: 434-40.
38. Forouzan I. Absence of end-diastolic flow velocity in the umbilical artery: a review. *Obstet Gynecol Surv* 1995; 50: 219-27.
39. Gagnon R, Campbell K, Hunse C, Patrick J. Patterns of human fetal heart rate accelerations from 26 to term. *Am J Obstet Gynecol* 1987; 157: 743-8.
40. Gagnon R, Hunse C, Bocking AD. Fetal heart rate patterns in the small-for-gestational-age human fetus. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 161: 779-84.
41. Gagnon R, Campbell MK, Hunse C. A comparison between visual and computer analysis of antepartum fetal heart rate tracings. *Am J Obstet Gynecol* 1993; 168: 842-7.
42. Gembruch U, Baschat AA. Demonstration of fetal coronary blood flow by color-coded and pulsed wave Doppler sonography: a possible indicator of severe compromise and impending demise in intrauterine growth retardation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 10-5.

43. Goffinet F, Paris J, Nisand I, Bréart G. Utilité clinique du Doppler ombilical. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 1997; 26: 16-26.
44. Goldenberg RL, Cliver SP. Small for gestational age and intrauterine growth restriction: definitions and standards. *Clin Obstet Gynecol* 1997; 40: 704-14.
45. GRIT Study Group. When do obstetricians recommend delivery for a high-risk preterm growth-retarded fetus? *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1996; 67: 121-6.
46. Gudmundsson S, Tulzer G, Huhta JC, Marsal K. Venous Doppler in the fetus with absent end-diastolic flow in the umbilical artery. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 262-7.
47. Guzman ER, Vintzileos A, Martins M, Benito C, Houlihan C, Hanley M. The efficacy of individual computer heart rate indices in detecting acidemia at birth in growth-restricted fetuses. *Obstet Gynecol* 1996; 87: 969-74
48. Guzman ER, Vintzileos A, Egan JFX, Benito C, Lake M, Lai Y-L. Antenatal prediction of fetal pH in growth restricted fetuses using computer analysis of the fetal heart rate. *J Matern.-Fetal Med* 1998; 7: 43-7.
49. Haley J, Tuffnell DJ, Johnson N. Randomised controlled trial of cardiotocography versus umbilical artery Doppler in the management of small for gestational ages fetuses. *Br J Obstet Gynecol* 1997; 104: 431-5.
50. Harrington K, Thomson MO, Carpenter RG, Nguyen M, Campbell S. Doppler fetal circulation in pregnancies complicated by pre-eclampsia or delivery of a small for gestational age baby: 2 Longitudinal analysis. *Br J Obstet Gynaecol* 1999; 106: 453-66.
51. Haywood JL, Goldenberg RL, Bronstein J, Nelson KG, Carlo WA. Comparison of perceived and actual rates of survival and freedom from handicap in premature infants. *Am J Obstet Gynecol* 1994; 171: 432-9.
52. Hecher K, Campbell S. Characteristics of fetal venous blood flow under normal circumstances and during fetal disease. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 68-83.
53. Hecher K, Hackelöer B.-J. Cardiotocogram compared to Doppler investigation of the fetal circulation in the premature growth-retarded fetus: longitudinal observations. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 152-61.
54. Henson G, Dawes GS, Redman CWG. Characterization of the reduced heart rate variation in growth-retarded fetuses. *Br J Obstet Gynecol* 1984; 91: 751-5.
55. Hielt AK, Devoe LD, Youssef A, Gardner P, Black M. A comparison of visual and automated methods of analysing fetal heart rate tests. *Am J Obstet Gynecol* 1993; 168: 1517-21.
56. Indik JH, Chen V, Reed KL. Association of umbilical venous with inferior vena cava blood flow velocities. *Obstet Gynecol* 1991; 77: 551-7.
57. Johnson TRB, Paine LL, Strobino DM, Witter FR. Population differences affect the interpretation of fetal nonstress test results. *Am J Obstet Gynecol* 1998; 179: 779-83.
58. Kaaij MW, Struijk PC, Lotgering FK. Accuracy of sonographic estimates of fetal weight in very small infants. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 13: 99-102.
59. Karsdorp VHM, van Vugt JMG, Dekker GA, van Geijn HP. Reappearance of end-diastolic velocities in the umbilical artery following maternal volume expansion: a preliminary study. *Obstet Gynecol* 1992; 80: 679-83.
60. Karsdorp VHM, van Vugt JMG, van Geijn HP, Kostense PJ, Arduini D, Montenegro N, Todros T. Clinical significance of absent or reversed end diastolic velocity waveforms in umbilical artery. *Lancet* 1994; 344: 1664-8.
61. Kiserud T, Eik-Nes SH, Blaas H-G, Hellevik LR, Simensen B. Ductus venosus blood velocity and the umbilical circulation in the seriously growth-retarded fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; 4: 109-14.
62. Kiserud T, Eik-Nes SH, Blaas HGK, Hellevik LR. Ultrasonographic velocimetry of the fetal ductus venosus. *Lancet* 1991; 338: 1412-4.
63. Kjos SL, Leung A, Henry OA, Victor MR, Paul RH, Medearis AL. Antepartum surveillance in diabetic pregnancies: predictors of fetal distress in labor. *Am J Obstet Gynecol* 1995; 173: 1532-9.
64. Kramer WB, Weiner CP. Management of intrauterine growth restriction. In: Pitkin RM and Scott JR, ed. *Fetal growth restriction*. *Clin Obstet Gynecol* 1997; 40: 814-23.
65. Lagrew DC. The contraction stress test. In: Pitkin RM and Scott JR, ed. *Ante-*

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

- partum fetal surveillance. *Clin Obstet Gynecol* 1995; 38: 11-25.
66. Langer B, Haddad J. L'hypotrophie fœtale. In Haddad J et Langer B Ed. *Médecine fœtale et Néonatale*. Springer-Verlag 2001, pp 443-464.
67. Lotgering FK, Wallenburg HCS, Schouten HJA. Interobserver and intraobserver variation in the assessment of antepartum cardiocograms. *Am J Obstet Gynecol* 1982; 144: 701-5.
68. Manning FA, Platt LD, Sipes L. Antepartum fetal evaluation: development of a fetal biophysical profile. *Am J Obstet Gynecol* 1980; 136: 787-95.
69. Manning FA, Snijders RL, Harman CR, Nicolaides KH, Menticoglou S, Morrison I. Fetal biophysical profile score. VI: correlations with antepartum umbilical venous fetal pH. *Am J Obstet Gynecol* 1993; 169: 755-63.
70. Manning FA. Dynamic ultrasound-based fetal assessment: the fetal biophysical profile score. In: In: Pitkin RM and Scott JR, ed. *Antepartum fetal surveillance*. *Clin Obstet Gynecol* 1995; 38: 27-44.
71. Manning FA, Bondaji N, Harman CR, Casiro O, Menticoglou S, Morrison I, Berck DJ. Fetal assessment based on fetal biophysical profile scoring. VIII. The incidence of cerebral palsy in tested and untested perinates. *Am J Obstet Gynecol* 1998; 178: 696-706.
72. Mari G, Uerpaiojkit B, Abuhamad AZ, Copel JA. Adrenal artery velocity waveforms in appropriate and small-for-gestational age fetuse. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 8: 82-6.
73. Mari G, Abuhamad AZ, Keller M, Verpaiojkit B, Ment L, Copel JA. Is the fetal brain-sparing effect a risk factor for the development of intraventricular hemorrhage in the preterm infant? *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 8: 329-32.
74. Marsal K, Persson P-H. Ultrasonic measurement of fetal blood velocity wave form as a secondary diagnostic test in screening for intrauterine retardation. *J Clin Ultrasound* 1988; 16: 239-44.
75. McCowan LME, Duggan PM. Abnormal internal carotid and umbilical artery Doppler in the small for gestational age fetus predicts an adverse outcome. *Early Hum Devel* 1992; 30: 249-59.
76. Medchill MT, Peterson M, Kreinick C, Garbaciak J. Prediction of estimated fetal weight in extremely low birth weight neonates (500-1000 g). *Obstet Gynecol* 1991; 78: 286-90.
77. Miller DA, Rabello YA, Paul RH. The modified biophysical profile: antepartum testing in the 1990s. *Am J Obstet Gynecol* 1996; 174: 812-7.
78. Murotsuki J, Bocking AD, Gagnon R. Fetal heart rate patterns in growth-restricted fetal sheep induced by chronic fetal placental embolisation. *Am J Obstet Gynecol* 1997; 176: 282-90.
79. Nageotte JP, Towers CV, Asrat T, Freeman RK. Perinatal outcome with the modified biophysical profile. *Am J Obstet Gynecol* 1994; 170: 1672-6.
80. Neilson JP, Alfirevic Z. Doppler ultrasound for fetal assessment in high risk pregnancies (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, 2, 2001, Oxford: Update Software.
81. Nicolaides KH, Soothill PW, Rodeck CH, Campbell S. Ultrasound-guided sampling of umbilical cord and placental blood to assess fetal wellbeing. *Lancet* 1986; i: 1065-7.
82. Nicolini U, Nicolaidis P, Fisk NM, Vaughan JI, Fusi L, Gleeson R, Rodeck CH. Limited role of fetal blood sampling in prediction of outcome in intrauterine growth retardation. *Lancet* 1990; 336: 768-72.
83. Ozcan T, Sbracia M, d'Ancona RL, Copel JA, Mari G. Arterial and venous Doppler velocimetry in the severely growth-restricted fetus and associations with adverse perinatal outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1998; 12: 39-44.
84. Pattinson RC, Brink AL, DeWet PE. Early detection of poor prognosis by serial Doppler velocimetry in high-risk pregnancies. *S Afr Med J* 1991; 80: 428-31.
85. Pattison N, McCowan L. Cardiotocography for antepartum fetal assessment (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 2, 2001. Oxford: Update software.
86. Paul RH, Miller DA. Nonstress test. In: Pitkin RM and Scott JR, ed. *Antepartum fetal surveillance*. *Clin Obstet Gynecol* 1995; 38: 3-10.
87. Pearce JM, Chamberlain GVP. Ultrasonically guided percutaneous umbilical

blood sampling in the management of intrauterine growth retardation. *Br J Obstet Gynaecol* 1987; 94: 318-21.

88. Piper JM, Xenakis EM, McFarland M, Elliot BD, Berkus MD, Langer O. Do growth-retarded premature infants have different rates of perinatal morbidity et mortalité than appropriately grown premature infants? *Obstet Gynecol* 1996; 87: 169-74.

89. Read JA, Miller FC. Fetal heart rate acceleration in response to acoustic stimulation as a mesure of fetal well-being. *Am J Obstet Gynecol* 1977; 129:512-7.

90. Ribbert LSM, Visser GHA, Mulder EJH, Zonneveld MF, Morssink LP. Changes with time in fetal heart rate variation, movements incidences and haemodynamics in intrauterine growth retarded fetuses: a longitudinal approach to the assessment of fetal well being. *Early Hum Dev* 1993; 31: 195-208.

91. Rizzo G, Arduini D. Fetal cardiac function in intrauterine retardation. *Am J Obstet Gynecol* 1991; 165: 876-82.

92. Rizzo G, Arduini D, Romanini C. Inferior vena cava flow velocity in appropriate and small-for-gestational-age fetuses. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 166: 1271-80.

93. Rizzo G, Capponi A, Talone PE, Arduini D, Romanini C. Doppler indices from inferior vena cava and ductus venosus in predicting pH and oxygen tension in umbilical blood at cordocentesis in growth-retarded fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 401-10.

94. Rochard F, Schiffrin BS, Goupil F, Legendrand H, Blottiere J, Sureau C. Nonstress fetal heart rate monitoring in the antepartum period. *Am J Obstet Gynecol* 1976; 126: 699.

95. Ruth VL, Raivio KO. Perinatal brain damage: predictive value of metabolic acidosis and the Apgar score. *Br Med J* 1988; 297: 24-7.

96. Senat MV, Minoui S, Multon O, Fernandez H, Frydman R, Ville Y. Effects of dexamethasone and betamethasone on fetal heart rate variability in preterm labour: a randomised study. *Br J Obstet Gynecol* 1998; 105: 749-55.

97. Senat MV, Schwärzler P, Alcais A, Ville Y. Longitudinal changes in the ductus venosus, cerebral transverse sinus and cardiogram in fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 19-24.

98. Sherjon SA, Smolders-DeHaas H, Kok

JK, Zondervan HA. The " brain-sparing " effect: antenatal cerebral Doppler findings in relation to neurologic outcome in very preterm infants. *Am J Obstet Gynecol* 1993; 169: 169-75.

99. Smith CV, Nguyen HN, Kovacs B, McCart D, Phelan JP, Paul RH. Fetal death following antepartum fetal heart rate testing: a review of 65 cases. *Obstet Gynecol* 1987; 70: 18-20.

100. Snijders RJM, McLaren R, Nicolaides KS. Computer-assisted analysis of fetal heart rate patterns at 20-41 weeks'gestation. *Fetal Diagn Ther* 1990; 5: 79-83.

101. Snijders RJM, Ribbert LSM, Visser GHA, Mulder EJH. Numeric analysis of heart rate variation in intrauterine growth-retarded fetuses: a longitudinal study. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 166: 22-7.

102. Soothill PW, Nicolaides KH, Campbell S. Prenatal asphyxia, hyperlacticaemia, hypoglycemia, and erythroblastosis in growth-retarded fetuses. *Br Med J* 1987; 294: 1051-3.

103. Soothill PW, Ajayi RA, Campbell S, Nicolaides KH. Prediction of morbidity in small and normally grown fetuses by fetal heart rate variability, biophysical profile score and umbilical artery Doppler studies. *Br J Obstet Gynaecol* 1993; 100: 742-5.

104. Street P, Dawes GS, Moulden M, Redman CWG. Short-term variation in abnormal antenatal fetal heart rate records. *Am J Obstet Gynecol* 1991; 165: 515-23.

105. Subtil D, Vaast P, Geron C, Matis R, Dufour P, Puech F. Analyse informatisée du rythme cardiaque fetal. In: Carbonne B, ed. *Mises à jour en Gynécologie Obstétrique*. Vigot-Paris 2000; tome XXIV pp 145-71.

106. Tan KH, Smyth R. Fetal vibroacoustic stimulation for facilitation of tests of fetal wellbeing (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 2, 2001, Oxford: Update software.

107. Thacker SB, Berkelman RL. Assessing the diagnostic accuracy and efficacy of selected antepartum fetal surveillance techniques. *Obstet Gynecol Surv* 1986; 41: 121-41.

108. Thiebaugeorges O, Hascoët JM, Guihard-Costa A-M, Droullé P. Retard de croissance intra-utérin: diagnostic anténatal: valeur de l'échographie. *Reprod Hum Horm* 1997; 10: 585-94.

CRITÈRES D'EXTRACTION FŒTALE AVANT TERME

109. Trimbos JB, Keirse MJNC. Observer variability in assessment of antepartum cardiotocograms. *Br J Obstet Gynaecol* 1978; 85: 900-6.
110. Truffert P, Ego A, Subtil D. Prématurité extrême (< 28 SA): mortalité et morbidité neurologique. In: Carbonne B, ed. *Mises à jour en Gynécologie Obstétrique*. Vigot-Paris 2000; tome XXIV pp 71-90.
111. Uzan S, Merviel P, Sananes S, Dumont A, Iraki B, Guyot B, Uzan M, Salat-Barout J. Indications de l'interruption de grossesse en cas de prééclampsie, d'hypertension, de retard de croissance intra-utérin et d'affection hépatique et cardiaque. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 1995; 24 (suppl): 33-40.
112. Uzan M, Cynober E, Uzan S, Sureau C. Fetal diastolic index in the internal carotide arteries. Preliminary results in normal and pathologic pregnancies. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 1987; 16: 737-42.
113. Vintzileos AM, Gaffney SE, Salinger LM, Campbell WA, Nochimson DJ. The relationship between fetal biophysical profile and cord pH in patients undergoing cesarean section before the onset of labor. *Obstet Gynecol* 1987; 70: 196-201.
114. Vintzileos AM, Fleming AD, Scorza WE, Wolf EJ, Balducci J, Campbell WA, Rodis JF. Relationship between fetal biophysical activities and umbilical cord blood gas values. *Am J Obstet Gynecol* 1991; 165: 707-13.
115. Visser GHA, Huisjes. Diagnostic value of the unstressed antepartum cardiotocogram. *Br J Obstet Gynecol* 1977; 84: 321-6.
116. Visser GHA. Antepartum fetal heart rate patterns and subsequent handicap. In: Patel N, ed. *Antenatal and perinatal causes of handicap*. Baillieres Clin Obstet Gynecol 1988; 2: 117-124.
117. Visser GHA, Bekedam DJ, Ribbert LSM. Changes in antepartum heart rate patterns with progressive deterioration of the fetal condition. *Int J Biomed Computer*. 1990; 25: 239-46.
118. Visser GHA, Sadovsky G, Nicolaides KH. Antepartum heart rate patterns in small-for-gestational-age third-trimester fetuses: correlations with blood gas values obtained at cordocentesis. *Am J Obstet Gynecol* 1990; 162: 698-703.
119. Weiner Z, Farmakides G, Schulman H, Penny B. Central and peripheral hemodynamic changes in fetuses with absent end-diastolic velocity in umbilical artery: correlation with computerized fetal heart rate pattern. *Am J Obstet Gynecol* 1994; 170: 509-15.
120. Weiner Z, Peer E, Zimmer EZ. Fetal testing in growth restriction. In: Pitkin RM and Scott JR, ed. *Fetal growth restriction*. Clin Obstet Gynecol 1997; 40: 804-13.
121. Westgren M, Lingman G, Persson B. Cordocentesis in IUGR fetuses. In: Pitkin RM and Scott JR, ed. *Fetal growth restriction*. Clin Obstet Gynecol 1997; 40: 755-63.
122. Wisser J, Dirscheld P. Estimation of gestational age by transvaginal sonographic measurement of greatest embryonic length in dated human embryos. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; 4: 457-62.
123. Wladimiroff JW, Tonge HM, Steward PA. Doppler assessment of cerebral blood flow in the human fetus. *Br J Obstet Gynaecol* 1986; 93: 471-5.
124. Wladimiroff JW, Wijngaard JAGW, Degani S, Noordam MJ, van Eyck J, Tonge HM. Cerebral and umbilical arterial blood flow velocity waveforms in normal and growth-retarded pregnancies. *Obstet Gynecol* 1987; 69: 705-9.
125. Zeitlin J, Ancel PY, Saurel-Cubizolles MJ, Papiernik E. The relationship between intrauterine growth restriction and preterm delivery: an empirical approach using data from a European case-control study. *BJOG* 2000; 107: 750-8.
126. Zimmer EZ, Divon MY. Fetal vibroacoustic stimulation. *Obstet Gynecol* 1993; 81: 451-7.