



Disponible en ligne sur
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



GROSSESSE PROLONGÉE ET TERME DÉPASSÉ

Place de l'évaluation de la quantité de liquide amniotique, du score biophysique et du doppler dans la surveillance des grossesses prolongées

Management of post-term pregnancies: The role for AFI, biophysical score and doppler

M.-V. Sénat

Service de gynécologie-obstétrique, hôpital de Bicêtre, université Paris-Sud, 78, avenue du Général-Leclerc, 94270 Le Kremlin-Bicêtre, France

Disponible sur Internet le 9 novembre 2011

MOTS CLÉS

Grossesse prolongée ;
Terme dépassé ;
Liquide amniotique ;
Échographie ;
Doppler ;
Score biophysique de Manning

Résumé

Objectif. – Évaluer le rôle de l'échographie-Doppler dans la surveillance des grossesses prolongées et en préciser les modalités en termes de méthode, de fréquence et d'âge gestationnel.

Méthode. – Recherche bibliographique effectuée par consultation des banques de données PubMed, Embase et Cochrane. Cette recherche a été effectuée en croisant les mots clés grossesses prolongées, grossesse post-terme, terme dépassé, échographie, liquide amniotique (LA), doppler, score biophysique de Manning (BPM).

Résultats. – L'utilisation de la plus grande citerne (PGC) est la méthode de choix dans l'évaluation de la quantité de LA des grossesses supérieures ou égales à 41 SA. Elle associe, par comparaison à l'utilisation de l'index amniotique (IA), un taux moindre de faux-positifs d'oligoamnios et donc d'induction du travail et de césarienne mais elle n'a pas montré de supériorité en termes de pronostic périnatal (NP1). Bien que la valeur diagnostique de l'oligoamnios dans la prédiction d'anomalie du rythme cardiaque fœtal (RCF), de césarienne pour anomalie du RCF ou de survenue d'un liquide méconial soit modérée, il existe cependant une association significative entre ces différents paramètres (NP3). La plupart des études ne retrouvent pas d'association entre l'utilisation des doppler utérins, ombilicaux, cérébraux et aortiques dans la prédiction de cette même issue ; son utilisation n'est donc pas recommandée en routine (NP4). Lors de la surveillance prénatale des grossesses prolongées, un nombre plus important de diagnostics d'oligoamnios et d'anomalies du RCF sont diagnostiqués lorsque l'on utilise le score BPM par comparaison à l'utilisation combinée du RCF et à la quantité de LA mesurée par la PGC sans pour autant améliorer le pronostic néonatal. Le score BPM n'est donc pas recommandé dans la surveillance des grossesses prolongées (NP2).

Adresse e-mail : marie-victoire.senat@bct.aphp.fr

KEYWORDS

Prolonged pregnancy;
 Post-date pregnancy;
 Amniotic fluid;
 Ultrasound
 assessment;
 Doppler;
 Biophysical profile

Conclusion. – Devant le risque de survenue d'oligoamnios et de l'augmentation de la morbi-mortalité après 41 SA il semble raisonnable de proposer une surveillance prénatale échographique par évaluation de la quantité de LA à partir de 41 SA et ce deux fois par semaine (avis d'experts). Lors d'une grossesse prolongée, en cas d'oligoamnios défini par une PGC inférieure à 2 cm une induction du travail pourrait être envisagée (avis d'experts).

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Summary

Objective. – To evaluate the role of ultrasound and doppler assessment in the management of prolonged pregnancies and to state its modalities.

Method. – Medline, PubMed, embase and the Cochrane library were searched using terms prolonged pregnancy, post date pregnancy amniotic fluid, ultrasound assessment, doppler, biophysical profile.

Results. – Single deepest vertical pool measurement is the method of choice of the assessment of amniotic fluid. Indeed, when this method was used, significantly fewer case of oligohydramnios were diagnosed and fewer women had inductions of labor. However, this method is not superior to the amniotic fluid index in the prevention of poor perinatal outcomes. There is a significant difference in the incidence of fetal distress, meconium stained fluid and caesarean section for fetal distress when the amniotic fluid is reduced as compared with normal amniotic fluid. However, sensibility and predictive positive value of oligohydramnios to predict poor perinatal outcomes is moderate. Similarly, in most studies, diagnosis of an abnormal uterine, umbilical, aortic or cerebral blood flow doppler was associated with a weak prediction of a poor perinatal outcome. Therefore, we do not recommend its use in management of prolonged pregnancy. There were significantly more diagnosis of oligoamnios and more abnormal antenatal monitoring results in the modified biophysical profile group as compared with the group managed with only single deepest pool but no differences in cord blood gases, neonatal outcome, or in outcomes related to labour and delivery were noted between the two groups. Therefore, biophysical profile including AFI offers no advantage in detecting adverse outcomes and may cause more interventions.

Conclusion. – Close monitoring of fetal condition including assessment of amniotic fluid by single deepest pool twice a week from 41 weeks of gestation is recommended in the management of prolonged pregnancy. Induction of labor could be considered when oligohydramnios is diagnosed by single deepest pool less than 2 cm.

© 2011 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Introduction

Les différentes stratégies pour réduire le risque de morbi-mortalité néonatale lié aux grossesses prolongées reposent sur la surveillance prénatale rapprochée de ces grossesses à l'aide du rythme cardiaque fœtal (RCF) et de l'échographie-Doppler lorsqu'il a été décidé en accord avec la patiente de ne pas induire le travail. Le but de ce travail est d'évaluer la valeur de cette échographie-Doppler dans cette surveillance et d'en définir les modalités échographiques tant en termes de contenu que de fréquence et d'âge gestationnel de début.

Méthodologie

La méthodologie a consisté à réaliser une recherche informatisée sur Medline, Embase et la Cochrane Database de 1970 à 2011, afin de rechercher l'ensemble des études rétrospectives, prospectives, études randomisées, revues systématiques et méta-analyses concernant les modalités et l'intérêt d'une surveillance prénatale dans les grossesses prolongées, à l'aide des mots clés suivants : *post-term pregnancy, post-date pregnancy, prolonged pregnancy, amniotic fluid, ultrasound assessment, biophysical profile,*

doppler ultrasonography, randomized trial, meta-analysis. Ces termes ont ensuite été associés entre eux. Soixante-douze articles ont été sélectionnés.

Le terme de grossesse prolongée définit une grossesse supérieure à 41 SA et celui de terme dépassé une grossesse supérieure à 42 SA (cf. question Camille Le Ray).

Mesure échographique du liquide amniotique

La détermination précise de la quantité de liquide amniotique (LA) est basée sur une technique de dilution colorimétrique faisant appel à la dilution d'un colorant dans le LA puis de la mesure de sa dilution par des amniocentèses répétées. Il a été montré que cette technique reflétait précisément la quantité de LA à un instant mais pouvait varier rapidement [1]. Cette technique n'est donc pas applicable en clinique humaine mais elle a été corrélée à des techniques non invasives comme la mesure échographique [2].

L'échographie est donc une méthode indirecte et non invasive qui permet une évaluation de la quantité de LA. Plusieurs méthodes échographiques sont utilisées pour évaluer la quantité de LA. La première méthode est subjective. Les échographistes expérimentés sont capables de décrire la quantité de LA comme moyenne, en dessous de la moyenne,

au-dessus de la moyenne. Cette méthode est réservée aux opérateurs ayant une certaine pratique, notamment entre 28 et 32 SA où la quantité de liquide atteint son maximum avec un fœtus occupant proportionnellement moins de place en volume [3,4].

Les deux méthodes les plus utilisées sont semi-quantitatives et les valeurs pathologiques ont été établies à partir des fréquences des complications en per- et néonatal chez les nouveau-nés. La première méthode est celle de Chamberlain et al. [5] qui permet de mesurer la profondeur (diamètre vertical) de la plus grande citerne (PGC) de LA. En pratique, il faut échographier l'utérus en entier et regarder en particulier entre les bras du fœtus et les jambes ainsi qu'autour du cou pour trouver la PGC, localiser la PGC (minimum de 1 cm) sans cordon ombilical ou membres fœtaux. Elle peut être mesurée sur une coupe sagittale ou transversale. Une PGC inférieure à 1 cm définit un oligoamnios sévère ; une PGC égale à 1–2 cm définit un oligoamnios modéré ; une PGC égale à 2–8 cm définit une quantité de liquide normale ; une PGC supérieure à 8 cm définit un hydramnios [5]. Une technique dérivée est de mesurer les deux diamètres perpendiculaires de la citerne et une valeur inférieure à 15 cm² (multiplication des deux diamètres) a été utilisée pour identifier les oligoamnios [6–8].

La seconde méthode est celle de Phelan et al. [9]. L'utérus est divisé en quatre quadrants à partir de deux perpendiculaires droites au niveau de l'ombilic. Les quatre hauteurs verticales des poches de liquide les plus profondes sont mesurées et additionnées pour le calcul de l'index amniotique (IA).

Cinq groupes sont définis dans cette méthode en fonction de l'IA mesuré : oligoamnios (IA inférieure à 5 cm), LA peu abondant ($5 \leq IA < 8$ cm), liquide de volume normal ($8 \leq IA < 18$ cm), excès de liquide ($18 \leq IA < 25$ cm), hydramnios ($IA \geq 25$ cm). Comparées aux méthodes de référence par les méthodes de dilution, les méthodes échographiques par AFI et PGC apparaissent cependant comme des mauvais prédicteurs d'anomalie de la quantité de LA avec une très faible sensibilité [10,11]. Pour la détection d'un oligoamnios avec un AFI inférieur ou égal à 5 cm cette sensibilité est rapportée variable selon les auteurs : 5% [10], 6,7% [11] et enfin 67% [12].

Il existe également des courbes permettant de calculer le percentile de la quantité de LA, en fonction de l'âge gestationnel, pour l'IA et pour la PGC [13]. L'avantage de ces courbes est d'apprécier la quantité de LA en fonction du terme de la grossesse et non pas sur la seule valeur absolue mesurée. Il a cependant été montré que ces méthodes d'évaluation du LA étaient fiables pour prédire une quantité de liquide normale mais que la précision dans le diagnostic d'hydramnios ou d'oligoamnios quelle que soit la méthode utilisée était faible avec une sensibilité entre 33 et 46% [13,14]. En pratique clinique, l'IA et la PGC sont donc les mesures les plus communément employées pour mesurer la quantité de LA. Il est communément admis qu'un AFI inférieur ou égal à 5 cm ou une PGC inférieure ou égale à 12 cm définit l'oligoamnios [15].

Une revue de la Cochrane Library [16] incluant cinq essais randomisés [17–21] a comparé, pour les grossesses à haut risque, l'utilisation de l'IA à celle de la PGC dans le diagnostic d'oligoamnios, dans le but de prévenir une issue défavorable. Cette étude regroupait 3226 patientes à haut

risque dont 1266 (39,2%) étaient à un âge gestationnel supérieur à 40⁰ SA. Cette revue a montré que lorsque l'AFI était utilisé, il existait de manière significative une augmentation du nombre de diagnostics d'oligoamnios (RR 2,39 ; IC 95%), une augmentation du nombre de patientes qui avaient une induction du travail (RR 1,92 ; IC 95% [1,50–2,46]) et une augmentation du nombre de césariennes pour anomalie du RCF (RR 1,46 ; IC 95% [1,08–1,96]) sans pour autant améliorer le pronostic néonatal (admission en réanimation : RR 1,04 ; IC 95% [0,85–1,26], pH < 7,1 : RR 1,1 [0,74–1,65]) et ce par comparaison à l'utilisation de la PGC. Les mêmes auteurs, lors d'une méta-analyse récente [22] ont inclus quatre des cinq essais utilisés dans la revue de la littérature de la Cochrane [16], avec une population totale de 3125 femmes dont 21,3% à un âge gestationnel entre 40 et 42 SA et enfin 16% à un âge gestationnel supérieur à 42 SA. Les résultats étaient identiques à ceux publiés par la Cochrane Library [16].

L'utilisation de l'IA dans l'évaluation de la quantité de LA des grossesses prolongées s'accompagne d'une augmentation du nombre de diagnostics d'oligoamnios, d'une augmentation du nombre de patientes avec une induction du travail, d'une augmentation du nombre de césariennes pour anomalie du RCF sans amélioration du pronostic néonatal et ce, par comparaison à l'utilisation de la PGC. Il n'est donc pas recommandé d'utiliser l'IA et il est recommandé d'utiliser la mesure de la PGC (NP1).

Prédiction d'une issue défavorable avec l'évaluation de la quantité de liquide amniotique

L'évaluation de la quantité de LA est un paramètre important dans l'évaluation du bien-être fœtal. L'oligoamnios, défini selon des critères échographiques variables, survient dans 10% à 15% des grossesses prolongées [23–27]. Pour certains, l'oligoamnios traduirait la diminution de la diurèse fœtale, conséquence de la redistribution mise en œuvre en cas d'hypoxie fœtale [28,29] et serait donc associé avec une issue néonatale défavorable. Cependant, l'analyse de la littérature est difficile en raison de l'hétérogénéité des critères rapportés définissant une issue défavorable allant de critères sévères comme une acidose avec pH inférieur à sept à des critères moins morbides comme l'apparition d'un liquide teinté ou la réalisation d'une césarienne pour anomalie du RCF. De plus, la méthode et les seuils échographiques pour définir un oligoamnios sont variables (valeur fixe, cinquième ou dixième percentile de la population). En effet, selon les différentes études et selon que l'on privilégie la sensibilité ou la spécificité dans la prédiction d'une issue défavorable, les auteurs retiennent comme seuil pour définir un oligoamnios : AFI inférieur ou égal à 5 cm [6,9,14,18,20,23,24,26,30,31], AFI inférieur ou égal à 6,7 cm [32], AFI inférieur à 7,3 cm [17], AFI inférieur ou égal à 8 cm [30,33], PGC inférieure à 3 cm [34–36], PGC inférieure à 2 cm [5,13,14,18,20], PGC inférieure à 1,8 cm [17].

Plusieurs études rétrospectives et prospectives rapportent dans les grossesses prolongées une association significative entre la présence d'un oligoamnios, quelle que soit la méthode utilisée AFI ou PGC et la survenue d'une issue défavorable. Celles-ci sont résumées dans le Tableau 1.

Tableau 1 Revue de la littérature sur l'association entre oligoamnios et issue défavorable.
Review of the literature: association between oligohydramnios and adverse outcome.

	Tongsong 1993 [27]	Divon 1995 [24]	Magann 1999 [37]	Chauhan 1999 [23]	Morris 2003 [31]	Dasari 2007 [33]	Lam 2006 [30]	Singh 2008 [26]
Nombre de patientes	252	139	79	5962	1584	100	118	352
Type d'étude	Prospective	Rétrospective	Prospective	Méta-analyse (8 études cas-témoin)	Prospective	Rétrospective	Prospective	Prospective
Population	Terme dépassé	Grossesses prolongées	Grossesses à haut risque	Grossesses à haut risque	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées
Âge gestationnel	> 42 SA	> 41 SA	49 % terme dépassé		> 40 SA	> 40 SA	> 41 SA	> 41 SA
Méthode de détection de l'oligoamnios	PGC < 3 cm	IA < 5 cm	IA < 5 cm	IA < 5 cm	IA < 5 cm	IA < 8 cm PGC < 2 cm	IA < 8 cm	IA < 5 cm
Critères de jugement	Anomalie du RCF Liquide méconial	Anomalie du RCF Liquide méconial	Anomalie du RCF Liquide méconial Césarienne pour « SFA »	Césarienne pour « SFA » Apgar < 7 pH < 7	Asphyxie périnatale Inhalation méconiale	Anomalie du RCF Apgar < 6	Liquide méconial Anomalie du RCF	Anomalie du RCF pH < 7,15
Association significative	Oui	Oui	Non	Oui (pas d'association avec pH < 7)	Oui	Oui	Oui	Oui
Sensibilité (%)	72,73	NA	NA	NA	9,4–28,6	AFI PGC 89 43	NA	NA
Spécificité (%)	90,87	NA	NA	NA	92,4–92	48 78	NA	NA
VPP (%)	26,67	NA	NA	NA	NA	50 53	NA	NA
VPN (%)	98,65	NA	NA	NA	NA	88 70	NA	NA

PGC : plus grande citerne ; IA : index amniotique ; SFA : souffrance fœtale aiguë ; VPP : valeur prédictive positive ; VPN : valeur prédictive négative ; RCF : rythme cardiaque fœtal.

Dans la plupart de ces études, soit la quantité de LA n'était pas connue de l'obstétricien, soit elle n'était pas prise en compte dans la décision d'accouchement rendant peu probable une association entre l'intervention et l'issue défavorable.

Seule une étude cas-témoin prospective, comparant 79 grossesses à haut risque (49% de patientes avec terme dépassé) avec AFI inférieur ou égal à 5 cm et 79 grossesses à haut risque avec AFI supérieur à 5 cm, n'a pas retrouvé de différence significative entre les deux groupes pour le taux d'anomalies du RCF, de liquide méconial ou de césariennes pour « souffrance fœtale aiguë » (SFA) [37]. Une méta-analyse regroupant huit études et 5962 patientes à haut risque comparant, lors de la surveillance prénatale, la pertinence d'un AFI mesuré inférieur ou égal à 5 cm comparée à une mesure d'un AFI supérieur à 5 cm dans la prédiction d'une issue défavorable (Apgar < 7 à cinq minutes, pH < 7, césarienne pour anomalie du RCF) a conclu qu'un IA inférieur ou égal à 5 cm était significativement associé au risque de césarienne pour anomalie du RCF (RR 2,2 ; IC 95 % [1,5–3,4]) et d'un Apgar inférieur à 7 à cinq minutes (RR 5,2 ; IC 95 % [1,5–3,4]). L'absence d'association entre un oligoamnios et une acidose définie par un pH inférieur à 7 est en partie expliquée par des effectifs faibles et donc un manque de puissance [23] (Tableau 1). Par ailleurs, bien qu'une association significative ait été mise en évidence dans la plupart des études, la sensibilité rapportée dans la détection d'une issue défavorable reste variable allant de 9,4% [31] à 89% [33] alors que la spécificité est jugée comme bonne aux alentours de 90% [27,31]. Seules deux études rapportent les valeurs prédictives positives et négatives qui varient respectivement de 26,67% à 53% et de 70% à 98,65%.

Il existe une association significative entre la détection d'un oligoamnios dans les grossesses prolongées et le risque d'anomalies du RCF, de liquide méconial et de césarienne. Cependant, la valeur diagnostique de l'oligoamnios dans la prédiction d'une issue défavorable reste modérée (NP3). Il n'existe pas de données suffisantes évaluant le lien entre un oligoamnios et une acidose néonatale.

Fréquence et terme de la surveillance prénatale échographique dans les grossesses prolongées

Il n'existe pas d'essai randomisé évaluant les modalités de surveillance prénatale dans les grossesses prolongées que ce soit en termes de fréquence, d'examen à réaliser ou d'âge gestationnel de réalisation.

Sur une population de 289 patientes à haut risque, dont 41,8% de grossesses à un terme supérieur ou égal à 41 SA nécessitant une surveillance prénatale par quantité de liquide et RCF, une analyse répétée de la quantité de LA a été effectuée tous les trois à quatre jours. Il a été estimé que, pour les patientes supérieures ou égales à 41 SA qui présentaient une quantité de LA normale (AFI > 8 cm) le risque d'avoir un oligoamnios dans les quatre jours qui suivaient était de 7,4%. Pour celles dont la quantité de LA était « peu abondant » (5 cm < AFI < 8 cm), le risque était de 23,3% de développer un oligoamnios dans les quatre jours qui suivent. De plus, lorsque ce groupe de patientes était comparé à un groupe de patientes non post-terme, le pourcentage de

risque d'avoir un oligoamnios dans les quatre jours était plus important [38]. Il avait déjà été montré lors d'une étude longitudinale du LA répétée deux fois par semaine sur 121 patientes après 41 SA, qu'il existait une diminution du LA de 25% par semaine. Dans cette étude, la moyenne de l'AFI était de 12,4 cm (1,7 cm–24,6 cm) à 41 SA suggérant qu'avec une diminution de 25% de la quantité de LA par semaine, peu de grossesses développeraient un oligoamnios avant 44 SA [25]. Ces données sont en accord avec la revue de la littérature de Vorherr effectuée à partir de sept études où il avait été estimé, par technique de dilution, qu'en moyenne la quantité de liquide diminuait de 28% par semaine entre 41 SA et 43 SA [39].

Devant l'incertitude du terme à partir duquel la surveillance prénatale devait être débutée, une étude a été réalisée afin de comparer le devenir néonatal de 908 patientes avec surveillance prénatale deux fois par semaine par RCF, quantité de liquide et non stress test (NST) à partir de 41 SA :

- au devenir de 1807 patientes à bas risque qui accouchaient entre 41 SA et 42 SA sans surveillance prénatale (groupe témoin) ;
- au devenir de 352 patientes qui avaient une surveillance prénatale deux fois par semaine par RCF, quantité de liquide et NST à partir de 42 SA. Le critère de jugement était *fetal distress* défini par une anomalie du RCF avec pH < 7,20 ou une bradycardie prolongée.

Lorsque l'accouchement se produisait entre 41 SA et 42 SA il n'existait pas de différence sur l'issue néonatale entre le groupe surveillance prénatale à partir de 41 SA et le groupe témoin (2,7% versus 3,3% NS). Cependant, il existait dans le groupe témoin trois morts néonatales et sept enfants avec une morbidité néonatale majeure (convulsions, infection fœto-maternelle et inhalation méconiale). Lorsque l'accouchement survenait après 42 SA, il existait un pourcentage significativement moins important de « souffrance fœtale aiguë » dans le groupe surveillance à partir de 41 SA versus surveillance à partir de 42 SA (2,3% versus 5,6% $p < 0,001$). Ces résultats suggèrent donc qu'une surveillance prénatale à partir de 41 SA pourrait diminuer la morbidité et la mortalité périnatale ainsi que le risque d'anomalie du RCF en cours de travail [40].

Guidetti et al. ont comparé 293 patientes à bas risque avec surveillance prénatale comprenant un RCF et une évaluation de la quantité de liquide réalisée deux fois par semaine à partir de 41 SA. La population témoin était composée de 59 femmes à bas risque ayant accouché entre 39 SA et 41 SA et ayant eu une surveillance prénatale dans les quatre jours avant la naissance. L'induction du travail était réalisée en cas d'anomalie du RCF ou en cas d'oligoamnios. L'issue évaluée était une anomalie du RCF, un oligoamnios, une césarienne pour anomalie du RCF, un score d'Apgar inférieur à 6 à cinq minutes et la mort périnatale. Lorsque l'on comparait le groupe surveillance prénatale avec accouchement entre 41 et 42 SA au groupe de patientes témoins, il existait une augmentation significative d'oligoamnios, de césariennes pour anomalie du RCF et d'admission en réanimation néonatale. De plus, il existait un nombre plus important d'anomalies du RCF parmi les femmes du groupe

étude accouchant entre 41 et 42 SA que celles accouchant après 42 SA [41] puisqu'un oligoamnios ou un RCF anormal avaient conduit à une induction du travail alors que celles qui accouchaient après 42 SA avaient par définition une quantité de LA normale.

Bien qu'il n'y ait pas d'essais randomisés permettant d'affirmer qu'il existe une amélioration de l'issue néonatale par une surveillance prénatale dans les grossesses prolongées entre 41 et 42 SA, la plupart des essais randomisés comparant induction du travail versus attitude expectative à partir de 41 SA ont inclus une surveillance prénatale [42,43]. Cependant, dans certains essais la surveillance commençait à 41 SA, d'autres à 42 SA et surtout les modalités de surveillance différaient d'un essai à l'autre avec des méthodes et des fréquences différentes rendant l'analyse difficile. À titre d'exemple, l'essai canadien d'Hannah et al., essai le plus important en nombre, utilisait dans le groupe expectative une surveillance prénatale par le NST et l'évaluation de la quantité de LA deux à trois fois par semaine [44].

En raison de l'augmentation de la morbi-mortalité avec l'âge gestationnel après 41 SA, les recommandations du Collège américain [45] et canadien [46] sont, sur avis d'experts, une surveillance prénatale par RCF et quantité de LA à partir de 41 SA et ce, deux fois par semaine. Le Royal College recommande les mêmes pratiques mais à partir de 42 SA [47].

Devant le risque de survenue d'oligoamnios et d'augmentation de la morbi-mortalité après 41⁰ SA il semble raisonnable de proposer une surveillance prénatale échographique par évaluation de la quantité de LA à partir de 41⁰ SA et ce, deux fois par semaine (avis d'experts). En cas d'oligoamnios, défini par une PGC inférieure à 2 cm, une augmentation de la morbidité étant retrouvée, un déclenchement peut être envisagé. En l'absence de déclenchement, la surveillance doit être renforcée (avis d'experts).

Place des doppler dans la surveillance fœtale

La surveillance habituelle repose sur une consultation clinique associée à un enregistrement du RCF et à l'évaluation de la quantité de LA. Cependant, pour certains, cette surveillance semble insuffisante et l'apport du doppler a été proposé comme outil supplémentaire, conforté par l'hypothèse d'une augmentation de la sénescence placentaire en cas de grossesse avec terme dépassé. En effet, le risque de morbi-mortalité de ces grossesses avec terme dépassé serait attribué à des changements histologiques survenant dans le placenta de ces grossesses « âgées » avec réduction de l'espace intervilloux voire thrombose due à des dépôts de fibrine ou à des dégénérescences des villi conduisant à une hypoxie fœtale [39]. Ces anomalies morphologiques du placenta entraîneraient des modifications utéro-placentaires pouvant être traduites par des anomalies des flux doppler fœtoplacentaires. D'autant qu'une augmentation des résistances des flux sanguins a été identifiée comme un signe précoce de la diminution de la perfusion placentaire et que l'évaluation doppler a été largement utilisée pour déterminer la résistance des artères ombilicales en association avec les RCIU [48–50]. Certains ont donc proposé, par analogie avec les RCIU, d'appliquer ces techniques

doppler aux grossesses avec terme dépassé dans le but de détecter une insuffisance placentaire.

La plupart des courbes existantes concernant les index des doppler ombilicaux, utérins et cérébraux en fonction de l'âge gestationnel posent des problèmes méthodologiques lors de leur interprétation en cas de grossesses prolongées. En effet, les normes publiées entre 41 SA et 43 SA ne sont souvent que le prolongement virtuel de valeurs obtenues à 41⁰ SA rendant ces courbes imprécises voire inexactes [51]. Cependant, quelques courbes spécifiques incluant un nombre suffisant de fœtus entre 41 SA et 43 SA ont été publiées [51–53]. Particulièrement, celle de Palacio et al. qui ont inclus dix fœtus par jour d'âge gestationnel entre 41 et 43 SA [51]. Ces études ne retrouvent pas d'augmentation des résistances ombilicales et placentaires entre 41 et 43 SA. En revanche, la plupart des auteurs retrouvent une diminution importante des index de pulsativité de l'artère cérébrale moyenne entre 41 SA et 43 SA [52,54] et cette diminution des résistances est encore plus marquée pour les courbes de Palacio [51].

L'analyse de la littérature sur l'évaluation doppler des grossesses prolongées dans la prédiction d'une issue défavorable donne des résultats controversés. La plupart des auteurs ne retrouvent pas de différence significative pour les doppler ombilicaux et utérins entre les groupes de patientes avec issue défavorable et le groupe de patientes avec issue favorable [26,53,55–62]. L'hypothèse avancée étant que la morbidité fœtale de ces grossesses après 41 SA serait due à une insuffisance placentaire, non pas par altération des flux placentaires, mais par diminution du transport d'oxygène, de nutriments et d'échanges métaboliques en raison d'une anomalie intrinsèque du tissu placentaire « âgé ». Cependant, certains auteurs retrouvent une association entre des doppler ombilicaux anormaux et une issue défavorable [63–67] bien que cette mesure semble très insuffisante en termes de valeur diagnostique pour être utilisée en pratique clinique [53]. Cette analyse est rendue difficile par une littérature hétérogène avec des faibles effectifs, une inclusion des patientes à 41 SA ou 42 SA, des grossesses à bas ou haut risque, des indices doppler différents, des critères variables définissant une issue défavorable (anomalie du RCF; apparition de liquide méconial; Apgar < 7 à cinq minutes, oligoamnios, pH < 7,20) et une méthodologie souvent insuffisante. De plus, bien que l'ensemble des études aient inclus des patientes à bas risque supérieur ou égal à 41 SA, certains ont exclu les oligoamnios [57,60,63,68] alors que d'autres ont inclus le LA dans leur surveillance et donc ont évalué les doppler dans certaines grossesses avec oligoamnios [26,53,55,56,58,61,62,64–67] rendant l'interprétation encore plus délicate. Ces résultats sont résumés dans le Tableau 2.

Concernant le doppler de l'artère cérébrale, il existe une diminution physiologique des résistances en fin de grossesse attribuée à une augmentation des besoins métaboliques cérébraux [52,54] ou à l'installation d'une redistribution cérébrale visant à protéger les structures cérébrales au cours du travail [69]. Là encore, l'analyse de la littérature est controversée avec certains auteurs retrouvant une association significative entre une diminution des résistances cérébrales fœtales et une issue défavorable [59,63,64,68] et d'autre pas [26,53,55]. Cette diminution des résistances cérébrales, alors que le flux ombilical n'est pas altéré,

Tableau 2 Revue de la littérature sur l'association entre doppler et issue défavorable.
Review of the literature : association between doppler and adverse outcome.

	Guidetti 1987 [58]	Rightmire 1987 [67]	Farmakides 1988 [56]	Forouzan 1991 [57]	Stokes 1991 [61]	Battaglia C. 1991 [55]	Pearce 1991 [66]	Malcus 1991 [60]
Nombre de patientes	46	35	149	30	70	82	534	102
Type d'étude	Prospective	Prospective	Prospective	Prospective	Prospective	Prospective	Prospective	Prospective
Type de patientes	Grossesses prolongées	Terme dépassé	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées	Terme dépassé	Grossesses prolongées
Âge gestationnel	≥ 41 SA	≥ 42 SA	≥ 41 SA	≥ 41 SA	≥ 41 SA	≥ 41 SA	≥ 42 SA	≥ 42 SA
Méthode de surveillance	Doppler ombilical Score BPM	Doppler ombilical Doppler aortique Quantité de LA RCF	Doppler ombilical Doppler utérin Score BPM NST	Doppler ombilical	Doppler ombilical Doppler utérin Quantité de LA RCF	Doppler ombilical Doppler aortique Doppler cérébral Doppler rénal Quantité de LA NST	Doppler ombilical Quantité de LA NST	Doppler ombilical Doppler utérin Doppler aortique
Critères de jugement	Anomalie du RCF Oligoamnios Liquide méconial Apgar < 7 à 5 minutes	Admission en réanimation Liquide méconial Apgar < 7 à 5 minutes	Anomalie du RCF Oligoamnios Liquide méconial Apgar < 7 à 5 minutes	Anomalie du RCF Apgar < 7 à 5 minutes	Anomalie du RCF Oligoamnios Liquide méconial Apgar < 7 à 5 minutes pH < 7,20	Admission en réanimation Liquide méconial Apgar < 7 à 5 minutes	Anomalie du RCF pH < 7,20	Anomalie du RCF Liquide méconial Apgar < 7 à 5 min pH < 7,20
Association significative des doppler	Pas d'association	Pas d'association avec le doppler ombilical Corrélation négative avec la vitesse dans l'aorte descendante	Pas d'association	Pas d'association	Pas d'association	Pas d'association	Association avec une diastole nulle	Pas d'association

Tableau 2 (Suite)

	Fischer 1991 [65]	Weiner 1993 [62]	Devine 1994 [64]	Anteby 1994 [63]	Zimmermann 1995 [53]	Figueras 2004 [68]	Singh 2008 [26]
Nombre de patientes	75	142	49	116	153	56	462
Type d'étude	Prospective	Prospective	Prospective	Prospective	Prospective	Prospective	Prospective
Type de patientes	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées	Terme dépassé	Grossesses prolongées	Grossesses prolongées
Âge gestationnel	≥ 41 SA	≥ 41 SA	≥ 41 SA	≥ 41 SA	≥ 41 SA	≥ 41 SA	≥ 41 SA
Doppler	Doppler ombilical Doppler utérin Quantité de LA NST	Doppler ombilical Doppler utérin Quantité de LA NST	Doppler aortique Doppler cérébral Score BPM	Doppler ombilical Doppler aortique Doppler cérébral	Doppler ombilical Doppler aortique Doppler cérébral Quantité de LA NST	Doppler ombilical Doppler cérébral	Doppler ombilical Doppler cérébral
Critères de jugement	Césarienne pour anomalie du RCF Liquide méconial pH < 7,20	Césarienne pour anomalie du RCF Admission en Réanimation Apgar < 7 à 5 min	Césarienne pour anomalie du RCF Liquide méconial pH < 7,20	Anomalie du RCF Liquide méconial Césarienne pour anomalie du RCF	Césarienne pour anomalie du RCF Liquide méconial Apgar < 7 à 5 min pH < 7,20	pH < 7,20 PO2	pH < 7,15 Anomalie RCF
Association significative avec issue défavorable	Association S/D ombilical	Pas d'association	Association avec S/D MCA/S/D ombilical	Association avec doppler ombilical, cérébral, aortique	Pas d'association	Pas d'association avec le doppler ombilical Association avec le doppler cérébral	Pas d'association

Score BPM: score biophysique de Manning ; LA : liquide amniotique ; NST : non stress test ; S/D : systole/diastole ; RCF : rythme cardiaque fœtal ; MCA : *Middle Cerebral Artery*.

est alors interprétée comme un témoin d'une redistribution cérébrale, conséquence de l'insuffisance placentaire avec diminution du transport d'O₂ et lutte contre l'hypoxie fœtale. Ainsi, Selam [28] a comparé 15 grossesses supérieures ou égales à 41 SA avec oligoamnios à 28 grossesses supérieures ou égales à 41 SA avec quantité de liquide normal. Il n'a pas retrouvé de différence significative entre les deux groupes pour le doppler ombilical mais une association entre une diminution des résistances cérébrales, une augmentation des résistances rénales et l'oligoamnios attribuant donc cet oligoamnios à une conséquence de la redistribution fœtale avec diminution de la production urinaire. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Veille et al. [29]. La même comparaison a été effectuée par Bar Hava et al. [70] entre 15 grossesses avec oligoamnios et 42 grossesses avec volume amniotique normal après 41 SA. Les auteurs ne retrouvent pas de différence entre les indices des doppler ombilicaux, rénaux et cérébraux entre le groupe des patientes avec oligoamnios et LA normal remettant en cause le mécanisme de la redistribution dans la genèse de l'oligoamnios. En revanche, les auteurs retrouvent, en accord avec les études de Battaglia [55], d'Anteby [63] et de Rightmire [67], une diminution significative de la vitesse moyenne dans l'aorte descendante dans le groupe oligoamnios en lien avec une probable hémocoagulation et hypovolémie fœtale présente en fin de grossesse. L'index cérébro-placentaire (CRP) a été proposé comme marqueur prédictif témoignant soit d'une augmentation des résistances placentaires soit d'une diminution des résistances cérébrales. Ainsi, Devine et al. ont retrouvé, lors d'une étude à faible effectif sur 49 patientes, que les patientes avec issue défavorable avaient un index CRP plus bas que celles avec issue favorable et ont déterminé pour cet index le seuil de 1,05 comme le plus prédictif [64].

Peu d'études retrouvent une association significative entre des indices doppler ombilicaux, cérébraux et aortiques anormaux et la survenue d'une issue défavorable dans les grossesses supérieures ou égales à 41⁰ SA. La valeur diagnostique de ces indices doppler étant très faible, il n'est pas recommandé de les utiliser en routine dans la surveillance des grossesses prolongées (NP4).

Place du score biophysique de Manning

Le score biophysique de Manning (BPM) inclut l'évaluation échographique des mouvements fœtaux, du tonus musculaire, de la respiration fœtale et de la quantité de LA à l'analyse du RCF [71]. Ce score a été utilisé dans l'espoir qu'une évaluation supplémentaire de certains paramètres fœtaux permettrait de détecter les fœtus à risque d'issue défavorable dans les grossesses prolongées. Il existe un seul essai randomisé ayant évalué différents types de surveillance prénatale dans les grossesses avec terme dépassé [72]. Cent quarante-cinq grossesses à bas risque avec un terme supérieur ou égal à 42 SA ont été randomisées entre un groupe (72 patientes) avec surveillance par profil BPM comportant un RCF, évaluation de la quantité de LA par l'IA et évaluation du tonus et des mouvements fœtaux et l'autre groupe (73 patientes) par surveillance standard associant évaluation de la quantité de LA par la PGC et le RCF. Dans les deux groupes, la surveillance débutait

dès la randomisation et était effectuée deux fois par semaine. Il y avait significativement ; plus d'anomalies du RCF dans le groupe BPM (47,2% versus 20,5% ; OR 3,5 ; IC 99% [1,3–9,1]), plus de diagnostics d'oligoamnios lorsque l'IA était utilisé (44,4% versus 15,1% OR 4,5 ; IC 99% [1,6–12,8]). En revanche, il n'existait pas de différence entre les deux groupes pour l'issue néonatale ou le mode d'accouchement.

Cela a été conforté par la méta-analyse de la Cochrane sur l'évaluation du score biophysique dans la surveillance du bien-être fœtal des grossesses à haut risque [73]. Cinq essais comparant une surveillance fœtale par score BPM à une surveillance par RCF ont été inclus, ce qui représentait 2974 grossesses. Une proportion de la population, non précisée, était à des âges gestationnels supérieurs ou égaux à 42 SA. Aucune différence n'a été retrouvée entre les deux groupes pour le taux de mortalité périnatale et d'Apgar inférieur à 7 à cinq minutes. De plus, les données des deux plus gros essais montraient une augmentation du risque de césariennes dans le groupe BPM (RR 1,60 ; IC 95% [1,05–2,44]). Les résultats de ces deux études [72,73] suggéraient donc qu'il n'y avait pas de bénéfice à l'utilisation du score BPM dans la surveillance des grossesses avec terme dépassé.

La pratique du BPM entraîne une augmentation des diagnostics d'oligoamnios et d'anomalies du RCF générant une augmentation des taux de déclenchement et de césarienne sans amélioration du pronostic néonatal. Il n'est donc pas recommandé d'utiliser le score BPM dans la surveillance des grossesses prolongées (NP2).

Déclaration d'intérêts

L'auteur déclare ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] Magann EF, Doherty DA, Chauhan SP, Lanneau GS, Morrison JC. Dye-determined amniotic fluid volume and intrapartum/neonatal outcome. *J Perinatol* 2004;24:423–8.
- [2] Schiff E, Ben-Baruch G, Kushnir O, Mashlach S. Standardized measurement of amniotic fluid volume by correlation of sonography with dye dilution technique. *Obstet Gynecol* 1990;76:44–6.
- [3] Goldstein RB, Filly RA. Sonographic estimation of amniotic fluid volume. Subjective assessment versus pocket measurements. *J Ultrasound Med* 1988;7:363–9.
- [4] Gramellini D, Fieni S, Verrotti C, Piantelli G, Cavallotti D, Vadora E. Ultrasound evaluation of amniotic fluid volume: methods and clinical accuracy. *Acta Biomed* 2004;75(Suppl. 1):40–4.
- [5] Chamberlain PF, Manning FA, Morrison I, Harman CR, Lange IR. Ultrasound evaluation of amniotic fluid volume. I. The relationship of marginal and decreased amniotic fluid volumes to perinatal outcome. *Am J Obstet Gynecol* 1984;150:245–9.
- [6] Magann EF, Chauhan SP, Kinsella MJ, McNamara MF, Whitworth NS, Morrison JC. Antenatal testing among 1001 patients at high risk: the role of ultrasonographic estimate of amniotic fluid volume. *Am J Obstet Gynecol* 1999;180:1330–6.
- [7] Magann EF, Isler CM, Chauhan SP, Martin Jr JN. Amniotic fluid volume estimation and the biophysical profile: a confusion of criteria. *Obstet Gynecol* 2000;96:640–2.

- [8] Rogers MS, Wang CC. A comparison of three ultrasound estimates of intrapartum oligohydramnios for prediction of fetal hypoxia-reperfusion injury. *Early Hum Dev* 1999;56:117–26.
- [9] Phelan JP, Smith CV, Broussard P, Small M. Amniotic fluid volume assessment with the four-quadrant technique at 36–42 weeks' gestation. *J Reprod Med* 1987;32:540–2.
- [10] Chauhan SP, Magann EF, Morrison JC, Whitworth NS, Hendrix NW, Devoe LD. Ultrasonographic assessment of amniotic fluid does not reflect actual amniotic fluid volume. *Am J Obstet Gynecol* 1997;177:291–6 [discussion 6–7].
- [11] Magann EF, Nolan TE, Hess LW, Martin RW, Whitworth NS, Morrison JC. Measurement of amniotic fluid volume: accuracy of ultrasonography techniques. *Am J Obstet Gynecol* 1992;167:1533–7.
- [12] Dildy GA, Lira N, Moise Jr KJ, Riddle GD, Deter RL. Amniotic fluid volume assessment: comparison of ultrasonographic estimates versus direct measurements with a dye-dilution technique in human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1992;167:986–94.
- [13] Magann EF, Sanderson M, Martin JN, Chauhan S. The amniotic fluid index, single deepest pocket, and two-diameter pocket in normal human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2000;182:1581–8.
- [14] Magann EF, Doherty DA, Chauhan SP, Busch FW, Mecacci F, Morrison JC. How well do the amniotic fluid index and single deepest pocket indices (below the 3rd and 5th and above the 95th and 97th percentiles) predict oligohydramnios and hydramnios? *Am J Obstet Gynecol* 2004;190:164–9.
- [15] Magann EF, Chauhan SP, Bofill JA, Martin Jr JN. Comparability of the amniotic fluid index and single deepest pocket measurements in clinical practice. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2003;43:75–7.
- [16] Nabhan AF, Abdelmoula YA. Amniotic fluid index versus single deepest vertical pocket as a screening test for preventing adverse pregnancy outcome. *Cochrane Database Syst Rev* 2008:CD006593.
- [17] Alfirevic Z, Luckas M, Walkinshaw SA, McFarlane M, Curran R. A randomised comparison between amniotic fluid index and maximum pool depth in the monitoring of post-term pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol* 1997;104:207–11.
- [18] Chauhan SP, Doherty DD, Magann EF, Cahanding F, Moreno F, Klausen JH. Amniotic fluid index vs single deepest pocket technique during modified biophysical profile: a randomized clinical trial. *Am J Obstet Gynecol* 2004;191:661–7 [discussion 7–8].
- [19] Magann E, Doherty D, Field K, Chauhan S, Muffley PE. Biophysical profile with amniotic fluid volume assessment: a randomized controlled trial of the amniotic fluid index versus single deepest pocket. *Am J Obstet Gynecol* 2003;189(Suppl. 6):S179.
- [20] Moses J, Doherty DA, Magann EF, Chauhan SP, Morrison JC. A randomized clinical trial of the intrapartum assessment of amniotic fluid volume: amniotic fluid index versus the single deepest pocket technique. *Am J Obstet Gynecol* 2004;190:1564–9 [discussion 9–70].
- [21] Oral B, Gocen C, Ozbasar D. A comparison between two different ultrasonographic methods for assessing amniotic fluid volume in post-term pregnancies [Post-term gebeliklerde amniyotik sivi hacminin degerlendirilmesinde iki farkli ultrasonografi yonteminin karsilastirilmesi]. *Ondokuz Mayis Universitesi Tip Dergisi* 1999;16:180–6.
- [22] Nabhan AF, Abdelmoula YA. Amniotic fluid index versus single deepest vertical pocket: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Gynaecol Obstet* 2009;104:184–8.
- [23] Chauhan SP, Sanderson M, Hendrix NW, Magann EF, Devoe LD. Perinatal outcome and amniotic fluid index in the antepartum and intrapartum periods: A meta-analysis. *Am J Obstet Gynecol* 1999;181:1473–8.
- [24] Divon MY, Marks AD, Henderson CE. Longitudinal measurement of amniotic fluid index in post-term pregnancies and its association with fetal outcome. *Am J Obstet Gynecol* 1995;172:142–6.
- [25] Marks AD, Divon MY. Longitudinal study of the amniotic fluid index in post-dates pregnancy. *Obstet Gynecol* 1992;79:229–33.
- [26] Singh T, Sankaran S, Thilaganathan B, Bhide A. The prediction of intra-partum fetal compromise in prolonged pregnancy. *J Obstet Gynaecol* 2008;28:779–82.
- [27] Tongsong T, Srisomboon J. Amniotic fluid volume as a predictor of fetal distress in post-term pregnancy. *Int J Gynaecol Obstet* 1993;40:213–7.
- [28] Selam B, Koksall R, Ozcan T. Fetal arterial and venous doppler parameters in the interpretation of oligohydramnios in post-term pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000;15:403–6.
- [29] Veille JC, Penry M, Mueller-Heubach E. Fetal renal pulsed doppler waveform in prolonged pregnancies. *Am J Obstet Gynecol* 1993;169:882–4.
- [30] Lam H, Leung WC, Lee CP, Lao TT. Amniotic fluid volume at 41 weeks and infant outcome. *J Reprod Med* 2006;51:484–8.
- [31] Morris JM, Thompson K, Smithey J, Gaffney G, Cooke I, Chamberlain P, et al. The usefulness of ultrasound assessment of amniotic fluid in predicting adverse outcome in prolonged pregnancy: a prospective blinded observational study. *BJOG* 2003;110:989–94.
- [32] Moore TR, Cayle JE. The amniotic fluid index in normal human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1990;162:1168–73.
- [33] Dasari P, Niveditta G, Raghavan S. The maximal vertical pocket and amniotic fluid index in predicting fetal distress in prolonged pregnancy. *Int J Gynaecol Obstet* 2007;96:89–93.
- [34] Benedetti TJ, Easterling T. Antepartum testing in post-term pregnancy. *J Reprod Med* 1988;33:252–8.
- [35] Crowley P, O'Herlihy C, Boylan P. The value of ultrasound measurement of amniotic fluid volume in the management of prolonged pregnancies. *Br J Obstet Gynaecol* 1984;91:444–8.
- [36] Fischer RL, McDonnell M, Bianculli KW, Perry RL, Hediger ML, Scholl TO. Amniotic fluid volume estimation in the post-date pregnancy: a comparison of techniques. *Obstet Gynecol* 1993;81:698–704.
- [37] Magann EF, Kinsella MJ, Chauhan SP, McNamara MF, Gehring BW, Morrison JC. Does an amniotic fluid index of ≤ 5 cm necessitate delivery in high-risk pregnancies? A case-control study. *Am J Obstet Gynecol* 1999;180:1354–9.
- [38] Wing DA, Fishman A, Gonzalez C, Paul RH. How frequently should the amniotic fluid index be performed during the course of antepartum testing? *Am J Obstet Gynecol* 1996;174:33–6.
- [39] Vorherr H. Placental insufficiency in relation to post-term pregnancy and fetal postmaturity. Evaluation of fetoplacental function; management of the post-term gravida. *Am J Obstet Gynecol* 1975;123:67–103.
- [40] Bochner CJ, Williams J, Castro L, Medearis A, Hobel CJ, Wade M. The efficacy of starting post-term antenatal testing at 41 weeks as compared with 42 weeks of gestational age. *Am J Obstet Gynecol* 1988;159:550–4.
- [41] Guidetti DA, Divon MY, Langer O. Post-date fetal surveillance: is 41 weeks too early? *Am J Obstet Gynecol* 1989;161:91–3.
- [42] Crowley P. Interventions for preventing or improving the outcome of delivery at or beyond term. *Cochrane Database Syst Rev* 2000:CD000170.
- [43] Gulmezoglu AM, Crowther CA, Middleton P. Induction of labour for improving birth outcomes for women at or beyond term. *Cochrane Database Syst Rev* 2006:CD004945.
- [44] Hannah ME, Hannah WJ, Hellmann J, Hewson S, Milner R, Willan A. Induction of labor as compared with serial antenatal monitoring in post-term pregnancy. A randomized controlled trial. The Canadian multicenter post-term pregnancy trial group. *N Engl J Med* 1992;326:1587–92.

- [45] ACOG. ACOG practice bulletin. Clinical management guidelines for obstetricians-gynecologists. Number 55, September 2004 (replaces practice pattern number 6, October 1997). Management of post-term pregnancy. *Obstet Gynecol* 2004;104:639–46.
- [46] Delaney M, Roggensack A, Leduc DC, Ballermann C, Biringner A, Delaney M, et al. Guidelines for the management of pregnancy at 41⁺⁰ to 42⁺⁰ weeks. *J Obstet Gynaecol Can* 2008;30:800–23.
- [47] Royal College of Obstetricians and Gynaecologists. Induction of Labour- Evidence-based Clinical Guideline. Number 9; 2001.
- [48] Fleischer A, Schulman H, Farmakides G, Bracero L, Blattner P, Randolph G. Umbilical artery velocity waveforms and intrauterine growth retardation. *Am J Obstet Gynecol* 1985;151:502–5.
- [49] Rochelson BL, Schulman H, Fleischer A, Farmakides G, Bracero L, Ducey J, et al. The clinical significance of doppler umbilical artery velocimetry in the small for gestational age fetus. *Am J Obstet Gynecol* 1987;156:1223–6.
- [50] Trudinger BJ, Giles WB, Cook CM, Bombardieri J, Collins L. Fetal umbilical artery flow velocity waveforms and placental resistance: clinical significance. *Br J Obstet Gynaecol* 1985;92:23–30.
- [51] Palacio M, Figueras F, Zamora L, Jimenez JM, Puerto B, Coll O, et al. Reference ranges for umbilical and middle cerebral artery pulsatility index and cerebroplacental ratio in prolonged pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004;24:647–53.
- [52] Arduini D, Rizzo G. Normal values of Pulsatility Index from fetal vessels: a cross-sectional study on 1556 healthy fetuses. *J Perinat Med* 1990;18:165–72.
- [53] Zimmermann P, Alback T, Koskinen J, Vaalamo P, Tuimala R, Ranta T. Doppler flow velocimetry of the umbilical artery, uteroplacental arteries and fetal middle cerebral artery in prolonged pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1995;5:189–97.
- [54] Mari G, Deter RL. Middle cerebral artery flow velocity waveforms in normal and small-for-gestational-age fetuses. *Am J Obstet Gynecol* 1992;166:1262–70.
- [55] Battaglia C, Larocca E, Lanzani A, Coukos G, Genazzani AR. Doppler velocimetry in prolonged pregnancy. *Obstet Gynecol* 1991;77:213–6.
- [56] Farmakides G, Schulman H, Ducey J, Guzman E, Saladana L, Penny B, et al. Uterine and umbilical artery doppler velocimetry in post-term pregnancy. *J Reprod Med* 1988;33:259–61.
- [57] Forouzan I, Cohen AW. Can umbilical and arcuate artery doppler velocimetry predict fetal distress among prolonged pregnancies? *J Ultrasound Med* 1991;10:15–7.
- [58] Guidetti DA, Divon MY, Cavalieri RL, Langer O, Merkatz IR. Fetal umbilical artery flow velocimetry in post-date pregnancies. *Am J Obstet Gynecol* 1987;157:1521–3.
- [59] Lam H, Leung WC, Lee CP, Lao TT. The use of fetal doppler cerebroplacental blood flow and amniotic fluid volume measurement in the surveillance of post-dated pregnancies. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2005;84:844–8.
- [60] Malcus P, Marsal K, Persson PH. Fetal and uteroplacental blood flow in prolonged pregnancies. A clinical study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1991;1:40–5.
- [61] Stokes HJ, Roberts RV, Newnham JP. Doppler flow velocity waveform analysis in post-date pregnancies. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 1991;31:27–30.
- [62] Weiner Z, Reichler A, Zlozover M, Mendelson A, Thaler I. The value of doppler ultrasonography in prolonged pregnancies. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1993;48:93–7.
- [63] Anteby EY, Tadmor O, Revel A, Yagel S. Post-term pregnancies with normal cardiotocographs and amniotic fluid columns: the role of doppler evaluation in predicting perinatal outcome. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1994;54:93–8.
- [64] Devine PA, Bracero LA, Lysikiewicz A, Evans R, Womack S, Byrne DW. Middle cerebral to umbilical artery doppler ratio in post-date pregnancies. *Obstet Gynecol* 1994;84:856–60.
- [65] Fischer RL, Kuhlman KA, Depp R, Wapner RJ. Doppler evaluation of umbilical and uterine-arcuate arteries in the post-dates pregnancy. *Obstet Gynecol* 1991;78:363–8.
- [66] Pearce JM, McParland PJ. A comparison of doppler flow velocity waveforms, amniotic fluid columns, and the nonstress test as a means of monitoring post-dates pregnancies. *Obstet Gynecol* 1991;77:204–8.
- [67] Rightmire DA, Campbell S. Fetal and maternal doppler blood flow parameters in post-term pregnancies. *Obstet Gynecol* 1987;69:891–4.
- [68] Figueras F, Lanna M, Palacio M, Zamora L, Puerto B, Coll O, et al. Middle cerebral artery doppler indices at different sites: prediction of umbilical cord gases in prolonged pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004;24:529–33.
- [69] Yagel S, Anteby E, Lavy Y, Ben Chetrit A, Palti Z, Hochner-Celnikier D, et al. Fetal middle cerebral artery blood flow during normal active labour and in labour with variable decelerations. *Br J Obstet Gynaecol* 1992;99:483–5.
- [70] Bar-Hava I, Divon MY, Sardo M, Barnhard Y. Is oligohydramnios in post-term pregnancy associated with redistribution of fetal blood flow? *Am J Obstet Gynecol* 1995;173:519–22.
- [71] Manning FA, Baskett TF, Morrison I, Lange I. Fetal biophysical profile scoring: a prospective study in 1,184 high-risk patients. *Am J Obstet Gynecol* 1981;140:289–94.
- [72] Alfirevic Z, Walkinshaw SA. A randomised controlled trial of simple compared with complex antenatal fetal monitoring after 42 weeks of gestation. *Br J Obstet Gynaecol* 1995;102:638–43.
- [73] Lalor JG, Fawole B, Alfirevic Z, Devane D. Biophysical profile for fetal assessment in high risk pregnancies. *Cochrane Database Syst Rev* 2008:CD000038.