

Peut-on faire des échographies obstétricales de
qualité chez les patientes obèses ? Etude
monocentrique sur 30 mois

Could we perform quality second trimester ultrasound among
obese pregnant women?

Florent FUCHS, MD^{1,2,3}; Audrey VOULGAROPOULOS, MD¹; Marie
HOULLIER, MD¹; Marie-Victoire SENAT, PhD^{1,2,3}

¹Service de Gynécologie Obstétrique. Hôpital Bicêtre, Assistance Publique Hôpitaux de Paris (APHP), Le Kremlin-Bicêtre,

²Inserm, CESP Centre de recherche en Epidémiologie et Santé des Population, U1018, Reproduction et développement de l'enfant, Villejuif,

³Université Paris-Sud, UMRS 1018, Villejuif,

Corresponding Author

Dr Florent Fuchs

Hôpital Bicêtre

Service de Gynécologie-Obstétrique.

78 rue du Général Leclerc

94275 Le Kremlin-Bicêtre cedex France.

Telephone: 00-33-1-45-21-77-01

Fax: 00-33-1-45-21-78-15

Email: florent.fuchs@bct.aphp.fr

Titre courant: Qualité des échographies chez les obèses

Résumé

But: Evaluer la qualité des clichés échographiques de dépistage du 2^{ème} trimestre chez des patientes enceintes obèses et la comparer à des patientes non obèses.

Matériel et Méthode : Etude prospective menée entre 2009 et 2011 ayant inclus toutes les patientes enceintes obèses (Indice de masse corporelle (IMC) en début de grossesse >30 kg/m²) qui ont eu une échographie du 2^{ème} trimestre entre 20-24 semaines d'aménorrhée à l'hôpital Bicêtre et un groupe contrôle de patientes non obèses (IMC 20-24.9 kg/m²). La qualité des images était évaluée par un unique opérateur en : 1) recherchant la présence des clichés échographiques standards (3 clichés biométriques et 6 clichés morphologiques) requis par le comité technique d'échographie fœtale , 2) évaluant la présence des items de qualités requis pour ces mêmes clichés, et 3) en calculant un score morphologique global de qualité pour les 6 images morphologiques. Une qualité excellente étant définie par le score maximum possible pour une image donnée.

Résultats: L'étude à inclut 223 patientes obèses et 60 patientes dans le groupe contrôle. La faisabilité des images était d'au moins 95% dans le groupe contrôle et 90% chez les patientes obèses, à l'exception du cliché du diaphragme et de la voie d'éjection du ventricule droit. Globalement, une qualité excellente des clichés était retrouvée dans 35% à 92% des cas dans le groupe de patientes non obèses et dans 18% à 58% des cas dans le groupe de patientes obèses. Cette qualité excellente était significativement moins fréquemment retrouvée chez les patientes obèses pour tous les clichés à l'exception du périmètre abdominal (p=0.26) et du rachis (p=0.06). Le score morphologique global de qualité était aussi significativement plus faible chez les patientes obèses (22.3 vs. 27.2; p=0.001).

Conclusion: La qualité des images et le score morphologique global de qualité des échographies obstétricales du 2^{ème} trimestre est significativement plus faible chez les patientes obèses que chez les patientes non obèses.

Mots clés: échographie; obésité; contrôle de qualité ; score

Abstract

Objective: To compare the quality of second trimester ultrasound images and their anatomical quality scores among obese women and those with a normal body mass index (BMI).

Materials and methods: This prospective study, which took place from 2009 to 2011, included every obese pregnant woman (prepregnancy BMI>30 kg/m²) who had an ultrasound examination at 20-24 weeks in our hospital and a control group with a normal BMI (20-24.9 kg/m²) who had the same examination. A single operator evaluated the quality of all images, reviewing the standardized ultrasound planes — three biometric and six anatomical — required by French guidelines and scoring the quality of the six anatomical images. Each image was assessed according to 4-6 criteria, each worth one point. We sought excellent quality, defined as the frequency of maximum points for a given image.

Results: The obese group included 223 women and the control group 60. The completion rate for each image was at least 95% in the control group and 90% in the obese group, except for diaphragm and right outflow tract images. Overall, the excellence rate varied from 35% to 92% in the normal BMI group and 18% to 58% in the obese group and was significantly lower in the latter for all images except abdominal circumference (p=0.26) and the spine (p=0.06). Anatomical quality scores were also significantly lower in the obese group (22.3 vs. 27.2; p=0.001).

Conclusion: Image quality and global anatomical scores in second trimester ultrasound scans were significantly lower among obese than normal-weight women.

Key words: ultrasound; obesity; fetal; quality control; score

Introduction

L'obésité, définie par l'OMS comme un indice de masse corporelle (IMC) supérieur ou égal à 30 kg/m² [1], est devenu un des problèmes médicaux les plus préoccupant dans le monde. En obstétrique, les patientes enceintes obèses constituent un nouveau **défi** ~~challenge~~ en termes de surveillance clinique, échographique et de dépistage des complications maternelles et fœtales [2]. Leur prévalence n'a cessé de croître depuis une vingtaine d'année atteignant 18-38% [3] des patientes enceintes aux Etats-Unis et quasiment 10% en France selon la dernière enquête périnatale de 2010 [4], ce qui représente une augmentation de 32% en 7 ans. De nombreuses études ont démontré que l'obésité était responsable d'une augmentation des complications maternelles et fœtales parallèlement à l'IMC [5-7], mais aussi d'une limitation importante de la capacité à évaluer l'anatomie fœtale en échographie [8]. En effet, l'absorption des ultrasons par le tissu sous cutané rend difficile la réalisation de l'échographie [9] et réduit nettement le taux de détection des malformations chez les fœtus de ces mères obèses [10]. Néanmoins, des études récentes ont montré que la faisabilité des échographies obstétricale n'était pas significativement différentes chez les patientes d'IMC normal et d'obésité modérée (IMC: 30-34.9 kg/m²) [8,11]. Afin d'améliorer le diagnostic prénatal des malformations chez ces patientes, l'étape suivante consiste à évaluer la qualité des images échographiques en comparaison avec des patientes d'IMC normal, ce qui n'a encore jamais été réalisé.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité des clichés échographiques de dépistage du 2^{ème} trimestre chez des patientes enceintes obèses et la comparer à des patientes non obèses.

Matériels and méthodes

Il s'agit d'une étude prospective mono centrique réalisée à l'hôpital Bicêtre (94) entre novembre 2009 et mai 2011, ayant inclus toutes les patientes obèses (IMC en début de grossesse $>30 \text{ kg /m}^2$) et un groupe contrôle de patientes d'IMC normal (IMC en début de grossesse entre 20 et $24,9 \text{ kg /m}^2$), enceintes d'une grossesse unique, et qui avaient toutes eu une échographie obstétricale du 2^{ème} trimestre entre 20-24 semaines d'aménorrhée (SA) dans le centre. L'existence d'une grossesse gémellaire ou une échographie réalisée avant 20SA ou après 24 SA étaient des critères de non inclusion. Les échographies étaient réalisées par un des six échographistes de notre unité, ayant une ancienneté de pratique variable, grâce à un échographe de type GE© E8 (GE Medical Systems, Piscataway, NJ, USA) et disposant de sondes 4D abdominales de bande passante 2-8MHz, et de sondes 2D abdominales de bande passante 2-5MHz. Après avoir réalisé l'échographie obstétricale du 2^{ème} trimestre, chaque échographiste remplissait un formulaire détaillé sur chaque patiente incluant des données maternelles (âge, IMC en début de grossesse et lors de l'échographie, antécédent de diabète avant la grossesse et notion d'utérus cicatriciel) et des données échographiques (âge gestationnel lors de l'échographie, durée de l'examen, présentation fœtale, position du placenta et mesure de l'épaisseur pariétale, appelée profondeur d'insonation et qui est définie par l'épaisseur sous cutanée maximale entre la surface cutanée et la séreuse utérine, mesurée au cours de l'échographie).

La qualité de chaque examen était évaluée sur 3 critères principaux et par un unique échographiste qui n'avait réalisé aucune des échographies et qui n'avait pas connaissance du nom de l'échographiste ayant réalisé l'examen. Le premier critère évaluait la présence (ou l'absence) de chacune des 9 images recommandées par le comité technique d'échographie fœtale [12]: trois images biométriques (périmètre crânien et abdominal, longueur fémorale) et six images morphologiques (quatre cavités cardiaques, voie d'éjection du ventricule droit,

coupe des reins, coupe du diaphragme, rachis et face foetale). Le deuxième critère d'évaluation utilisait la grille publiée par Salomon et al.[13,14] pour scorer la qualité des 9 images (Table 1). Pour chaque image, les critères retenus correspondaient aux standards d'évaluation morphologique [12,15-17]. Chaque critère rempli valait 1 point et chaque image pouvait valoir un maximum de 4, 5 or 6 points, suivant l'image étudiée. Une qualité excellente était définie par le score maximum pour une image spécifique et était évaluée par la fréquence de score maximum pour ce type d'image. Enfin, le dernier critère d'évaluation était le calcul du score global morphologique, obtenu en sommant les scores de qualité individuels de chacun des 6 clichés morphologiques. Ce score global étant au maximum de 32 points.

Le groupe contrôle d'IMC normal avait été recruté sur la même période de temps, leurs échographies avaient été réalisées par les mêmes opérateurs et l'évaluation de la qualité mesurée sur les trois mêmes critères de qualité. Sachant que l'échantillon de femmes obèses était de 223 patientes, le groupe contrôle nécessitait 60 patientes pour permettre de détecter une différence de 4 points du score morphologique global avec une puissance de 80% et un risque alpha de 5%.

La comparaison entre les patientes obèses et non obèses était réalisée à l'aide du test t de Student ou de test non paramétrique de Mann Whitney pour les données qualitatives et du test du χ^2 ou du test de Fisher exact pour les données quantitatives. Les résultats étaient considérés comme significatifs quand $p < 0.05$. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATA software, v.11 (Stata Corporation, College Station, TX).

L'ensemble des patientes avaient donné leur consentement oral pour la participation à cette étude et pour l'analyse des résultats de manière anonymisée.

Résultats

Cette étude a inclus 223 patientes obèses et 60 patientes contrôles. Le tableau 2 résume les principales caractéristiques maternelles et échographiques des deux groupes. Dans le groupe de patientes obèses, l'IMC en début de grossesse variait de 30 to 54.3 et était distribué ainsi : obésité modérée (30-34.9 kg/m²): 69%, obésité sévère (35-39.9 kg/m²): 22%, et obésité morbide (>40 kg/m²): 9%. L'épaisseur pariétale était significativement différente entre les deux groupes, variant de 16.7 à 68.2 mm dans le groupe obèse et de 12 à 34.6 mm dans le groupe de patiente non-obèse (p<0.001). Dans le groupe de patientes obèses, 34 patientes (16%) avaient un diabète préexistant à la grossesse contre 3% chez les patientes d'IMC normal (p=0,01). Ni la présentation fœtale, ni la localisation placentaire ne différait entre les deux groupes ; présentation céphalique (32% vs 67% ; p=0,3) et insertion placentaire antérieure (56% vs 45% ; p=0,1).

Dans le groupe contrôle, l'obtention des 9 images en un seul examen était globalement bonne : 100% (60/60) pour 5 images : périmètre céphalique et abdominal, longueur fémorale, face fœtale, coupe 4 cavités cardiaque ; et 95% (57/60) pour 4 images : voie d'éjection du ventricule droit, coupe des reins, coupe du diaphragme et rachis. Dans le groupe de patientes obèses, 6 images étaient disponibles dans plus de 95% des cas : périmètre céphalique et abdominal, longueur fémorale, face fœtale, coupe 4 cavités cardiaque et rachis ; 90% pour la coupe des reins ; et 87% pour la voie d'éjection du ventricule droit et la coupe du diaphragme. Ces résultats n'étaient pas significativement différents dans les 2 groupes.

Le tableau 3 présente la fréquence de qualité excellente pour chacune des 9 images et la comparaison des résultats dans les deux groupes. Une qualité excellente était toujours significativement moins fréquemment retrouvée dans le groupe de patientes obèses, à l'exception de deux clichés : le périmètre abdominal (p=0,26) et le rachis (p=0,06). En regardant spécifiquement les résultats image par image, la différence significative observée

pour les clichés du périmètre crânien, de la face fœtale et de la coupe des reins était due uniquement à un zoom insuffisant chez les patientes obèses ; la structure étudiée occupant moins de la moitié de l'image ($p < 0.001$; χ^2 de Pearson). Concernant la longueur fémorale, deux paramètres étaient significativement moins souvent retrouvés chez les patientes obèses : la visualisation des deux extrémités de l'os ($p = 0.002$; test exact de Fisher) et le fémur occupant moins de la moitié de l'image ($p < 0.001$; χ^2 de Pearson). Pour les clichés du cœur, la qualité était aussi nettement dégradée chez les patientes obèses ; pour la coupe des 4 cavités, trois paramètres faisaient défaut : apex du cœur non visible ($p = 0.03$; χ^2 de Pearson), croix du cœur non visible ($p = 0.03$; χ^2 de Pearson), zoom insuffisant ($p < 0.001$; χ^2 de Pearson)), tandis que pour la voie d'éjection du ventricule droit, c'était la non visualisation de l'artère pulmonaire entourant l'aorte ($p < 0.001$; χ^2 de Pearson) et le zoom inadéquat ($p < 0.001$; χ^2 de Pearson) qui étaient en cause. La coupe du diaphragme, elle aussi était de faible qualité chez les patientes obèses avec une interface diaphragmatique non visible entièrement de haut en bas ($p < 0.001$; χ^2 de Pearson).

Enfin, le score morphologique global moyen pour les 6 clichés morphologiques était significativement plus faible chez les patientes obèses en comparaison avec les patientes d'IMC normal (22.3 points +/- 5.6 versus 27.2 points +/- 3.6; $p < 0.001$) (Table 3). Ce score variait de 4 à 32 dans le groupe obèse et de 17 à 32 dans le groupe contrôle. Ce score n'était pas significativement différent suivant des trois classes d'obésité (modérée, moyenne, sévère) dans notre échantillon avec respectivement 22.4, 22.4 and 20.9 points ($p = 0.38$). En revanche les échographistes ayant une ancienneté de pratique plus élevée avaient des scores de qualité supérieurs pour les patientes obèses que les échographistes plus jeunes : 24.1 points +/- 5.4 versus 21.7 points +/- 5.6 ($p = 0.008$).

Discussion

Nous avons donc retrouvé dans cette étude que la qualité des images échographiques du 2eme trimestre de la grossesse réalisées chez des patientes obèses est significativement plus faible que chez les patientes non obèses. Cette différence est significative à la fois pour la qualité de chacune des images prises individuellement mais aussi pour le score global morphologique.

Les études sur le contrôle de qualité en échographie prénatale ont essentiellement été basées sur l'évaluation du taux de détection des malformations fœtales[18], cependant, la faible prévalence de ces anomalies à rendu ce critère d'appréciation peu informatif. Ainsi, les échographistes ont été contraint de participer à des programmes de formation continue et de certification afin d'améliorer la qualité de leurs images. Cette procédure de contrôle de qualité s'exerce à trois niveaux : au niveau des échographistes avec la formation continue, au niveau des machines d'échographie avec l'évaluation et la mise à jour du matériel utilisé, et enfin au niveau du contrôle de qualité à proprement parler, c'est-à-dire de l'évaluation des pratiques professionnelles de manière quantitative et qualitative. Le contrôle de qualité quantitatif vise à la surveillance prospective de la non déviance des mesures biométriques fœtales au cours du temps à travers des évaluations via les Z-scores [19,20] ou les méthodes de type CUSUM [21]. Les méthodes de contrôle de qualité qualitatives se sont développées depuis l'avènement de l'échographie du premier trimestre et plus particulièrement depuis que la mesure de la clarté nucale à été utilisée comme élément du dépistage des aneuploïdies [22]. Ainsi, une telle méthodologie combinant à la fois la qualité des images et la précision des mesure à été utilisée dans de nombreuses études et à conduit à d'importantes évolutions en terme de dépistage [23,24]. Dans la même lignée, Salomon et al. ont développé des scores de qualité pour les images biométriques [14] et morphologiques [13]. Aucune étude n'a à ce jour comparé l'utilisation de ces scores de qualité au sein de différentes population et en particulier

parmi les patientes pour lesquelles une échographie de qualité paraît difficile à produire. Les patientes obèses qui sont à la fois à haut risque de développer des malformations fœtales [25] et plus difficiles à échographier en raison de l'absorption des ultrasons par la graisse sous cutanée [9], sont une population de choix pour l'étude de la qualité. De nombreuses études se sont intéressées à la difficulté de réaliser une échographie morphologique complète en un seul examen [11] chez les patientes obèses. Elles se sont principalement concentrées sur l'âge gestationnel optimum pour une telle évaluation [26,27] ou sur des alternatives techniques ou astuces destinées à améliorer les images [11,28]. La qualité des images dans cette population n'a jamais été évaluée auparavant, cette appréciation pouvant permettre une amélioration de la détection prénatale des malformations, ceci restant le but ultime de cet examen échographique du 2^{ème} trimestre de la grossesse.

Comme attendu, l'épaisseur de la paroi maternelle et la durée de l'échographie étaient significativement plus importantes dans le groupe de patientes obèses. L'augmentation de l'épaisseur pariétale est responsable d'une absorption majeure de l'énergie des ultrasons et doit être considéré comme un marqueur important de la difficulté d'obtention d'échographie de qualité. C'est un paramètre qui semble plus précis que l'IMC car il reflète non seulement l'obésité mais aussi la répartition des graisses de la patiente. Concernant la durée de l'échographie, comme mentionné par Benacerraf [28], un examen plus long permet des changements de position fœtale conduisant à une amélioration de la performance et de la qualité des images.

La faisabilité de l'examen morphologique était dans notre étude relativement bonne quel que soit le groupe concerné, avec plus de 90% d'image obtenue, à l'exception du diaphragme et de la voie d'éjection droite du cœur chez les patientes obèses (87%). Ces résultats sont meilleurs que ceux rapportés dans de précédentes études [8,11], probablement en raison de l'utilisation d'un matériel plus performant et de la nature prospective de notre

étude. Cependant, malgré ces résultats satisfaisant en termes de faisabilité, la fréquence très faible d'excellente qualité de certains clichés chez les patientes non obèses est frappante. Elle est retrouvée certes dans plus de 60% des cas pour 5 images mais dans 50% des cas ou moins pour les autres. Il est souvent mentionné que la faisabilité des images cardiaques en général, et de la voie d'éjection droite en particulier, est réduite [8]. Ceci semble donc être la cause dans notre étude d'une baisse de qualité, probablement lié à la position du fœtus (dos en avant). D'un autre côté, le diaphragme qui n'est pas spécifiquement réputé comme étant une structure difficile à visualiser, est dans nos résultats très rarement d'excellente qualité (35%). Une explication possible réside dans le fait que cette structure est la plus souvent oubliée dans les examens et donc que la qualité s'en ressent. En interrogeant les échographistes, certains avancent le fait que la structure étudiée à bien été visualisée lors de l'examen, et que c'est à leurs yeux le point le plus important par rapport à la qualité de l'image. L'image reste cependant, une fois le compte rendu édité, la seule preuve tangible de la visualisation de la structure.

Quelque soit l'image ou la structure étudiée, une excellente qualité était toujours moins fréquemment rencontrée chez les patientes obèses. Nos résultats indiquent cependant que de minimes changement dans les prises de clichés pourraient améliorer nettement les résultats, en particulier en utilisant plus souvent le zoom. Ce paramètre simple à modifier et ne nécessitant pas de formation continue très approfondie est le seul en cause dans les mauvais résultats en terme de qualité concernant le périmètre crânien, la coupe des reins et la face fœtale. Pour les deux clichés du cœur, c'est la position fœtale qui semble être primordiale. Des améliorations de la qualité des clichés pourraient être obtenus en changeant le site d'exploration du fœtus (sus pubien, sus ombilical, flancs) ou en tournant la patiente sur le coté gauche afin de minimiser l'épaisseur de la paroi maternelle et permettre de plus une rotation du fœtus.

Le score global de qualité des clichés morphologiques est significativement plus faible dans le groupe des patientes obèses, d'environ 5 points. Cette différence reflète l'importance du fossé en termes de qualité qui existe entre ces deux groupes et le chemin qui reste à parcourir pour améliorer cela. Nous n'avons pas mis en évidence de différence de ce score entre les 3 catégories d'obésité, probablement par défaut du nombre de patientes dans les IMC les plus élevés. Nos résultats sont renforcés par la similitude du score des patientes non obèses de notre étude avec celui publié par Salomon et al [13] pour une population normale ($p=0,08$). Nous devons cependant être précautionneux dans l'interprétation de nos résultats. La fréquence d'images excellentes pourrait être réduite chez les obèses soit parce que l'obésité rend difficile la réalisation d'images de qualités, soit parce que l'échographiste ne réalise pas correctement l'échographie. Le fait que les échographistes plus anciens ont des meilleurs score de qualité que les plus jeunes pourrait renforcer la 2^{ème} hypothèse.

Les points forts de notre étude sont un nombre élevé de patientes obèses inclus et une faisabilité des images assez élevée dans les 2 groupes. L'emploi d'échographistes de niveau d'expérience différent permet d'accroître la validité externe de nos résultats et donc la reproductibilité dans d'autres structures. La relecture de toutes les images par un seul échographiste référent nous a fourni une cohérence dans l'attribution des points des images, et, le fait qu'il travaillait en aveugle du nom de l'échographiste ayant réalisé les clichés rendait nulles toutes interprétations préconçues des résultats.

En conclusion, les images réalisées chez les patients obèses sont de plus faible qualité que chez les patients non obèses, et leur score global de qualité est aussi plus faible. Cependant certaines améliorations simples pourraient améliorer la visualisation du fœtus qui se trouve être la pierre angulaire de la détection des malformations fœtales.

Conflits d'intérêt : Aucun

References

1. WHO. Controlling the global obesity epidemic. WHO health topics. 2004; <http://www.who.int/nutrition/topics/obesity/en/index.html> [Accessed 8 May 2009].
2. Yu C.K., Teoh T.G., Robinson S. Obesity in pregnancy. *Bjog*. 2006; 113: 1117-25.
3. Weichert J. and Hartge D.R. Obstetrical sonography in obese women: A review. *J Clin Ultrasound*. 2010.
4. Blondel B. and Kermarrec M. La situation perinatale en France en 2010. *Etude et resultats*. 2010; 775: 1-8.
5. Catalano P.M. Management of obesity in pregnancy. *Obstet Gynecol*. 2007; 109: 419-33.
6. Cedergren M.I. Maternal morbid obesity and the risk of adverse pregnancy outcome. *Obstet Gynecol*. 2004; 103: 219-24.
7. Weiss J.L., Malone F.D., Emig D., Ball R.H., Nyberg D.A., Comstock C.H., et al. Obesity, obstetric complications and cesarean delivery rate--a population-based screening study. *Am J Obstet Gynecol*. 2004; 190: 1091-7.
8. Thornburg L.L., Miles K., Ho M., Pressman E.K. Fetal anatomic evaluation in the overweight and obese gravida. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009; 33: 670-5.
9. Tranquart F., Grenier N., Eder V., Pourcelot L. Clinical use of ultrasound tissue harmonic imaging. *Ultrasound Med Biol*. 1999; 25: 889-94.
10. Aagaard-Tillery K.M., Flint Porter T., Malone F.D., Nyberg D.A., Collins J., Comstock C.H., et al. Influence of maternal BMI on genetic sonography in the FaSTER trial. *Prenat Diagn*. 2010; 30: 14-22.
11. Paladini D. Sonography in obese and overweight pregnant women: clinical, medicolegal and technical issues. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009; 33: 720-9.
12. CNTE. Rapport du Comité National Technique de l'Echographie de Dépistage Prénatal, 81. 2005.
13. Salomon L.J., Winer N., Bernard J.P., Ville Y. A score-based method for quality control of fetal images at routine second-trimester ultrasound examination. *Prenat Diagn*. 2008; 28: 822-7.
14. Salomon L.J., Bernard J.P., Duyme M., Doris B., Mas N., Ville Y. Feasibility and reproducibility of an image-scoring method for quality control of fetal biometry in the second trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2006; 27: 34-40.
15. ACOG. ACOG Practice Bulletin N°58. Ultrasonography in pregnancy. *Obstet Gynecol*. 2004; 104: 1449-58.
16. AIUM. AIUM Practice Guideline for the performance of an antepartum obstetric ultrasound examination. *J Ultrasound Med*. 2003; 22: 1116-25.
17. RCOG. Ultrasound Screening for Fetal Abnormalities. RCOG. 2000; London.
18. Nelson N.L., Filly R.A., Goldstein R.B., Callen P.W. The AIUM/ACR antepartum obstetrical sonographic guidelines: expectations for detection of anomalies. *J Ultrasound Med*. 1993; 12: 189-96.
19. Capmas P., Salomon L.J., Picone O., Fuchs F., Frydman R., Senat M.V. Using Z-scores to compare biometry data obtained during prenatal ultrasound screening by midwives and physicians. *Prenat Diagn*. 2010; 30: 40-2.
20. Salomon L.J., Bernard J.P., Ville Y. Analysis of Z-score distribution for the quality control of fetal ultrasound measurements at 20-24 weeks. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2005; 26: 750-4.
21. Biau D.J., Porcher R., Salomon L.J. CUSUM: a tool for ongoing assessment of performance. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2008; 31: 252-5.

22. Herman A., Maymon R., Dreazen E., Caspi E., Bukovsky I., Weinraub Z. Nuchal translucency audit: a novel image-scoring method. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1998; 12: 398-403.
23. Herman A., Dreazen E., Maymon R., Tovbin Y., Bukovsky I., Weinraub Z. Implementation of nuchal translucency image-scoring method during ongoing audit. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1999; 14: 388-92.
24. Herman A., Maymon R., Dreazen E., Zohav E., Segal O., Segal S., et al. Utilization of the nuchal translucency image-scoring method during training of new examiners. *Fetal Diagn Ther.* 1999; 14: 234-9.
25. Stothard K.J., Tennant P.W., Bell R., Rankin J. Maternal overweight and obesity and the risk of congenital anomalies: a systematic review and meta-analysis. *Jama.* 2009; 301: 636-50.
26. Hendler I., Blackwell S.C., Bujold E., Treadwell M.C., Mittal P., Sokol R.J., et al. Suboptimal second-trimester ultrasonographic visualization of the fetal heart in obese women: should we repeat the examination? *J Ultrasound Med.* 2005; 24: 1205-9; quiz 1210-1.
27. Hendler I., Blackwell S.C., Bujold E., Treadwell M.C., Wolfe H.M., Sokol R.J., et al. The impact of maternal obesity on midtrimester sonographic visualization of fetal cardiac and craniospinal structures. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004; 28: 1607-11.
28. Benacerraf B.R. A technical tip on scanning obese gravidae. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2010; 35: 615-6.