

*COLLÈGE NATIONAL
DES GYNÉCOLOGUES ET OBSTÉTRICIEUS FRANÇAIS
Président : Professeur M. Tournaire*

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

—

**Tome XXI
publié le 3.12.1997**



*VINGT ET UNIÈMES JOURNÉES NATIONALES
Paris, 1997*

APPORTS PRATIQUES DU DOPPLER EN GYNÉCOLOGIE

A. POTIER*

Marseille

Depuis les premières publications faisant état d'une utilisation du Doppler couleur couplé à l'imagerie B en gynécologie, de nombreux travaux ont été réalisés : si l'étude des masses pelviennes, en cancérologie notamment, reste très nettement prédominante, l'apport du Doppler a ainsi été évalué dans des domaines fonctionnels les plus variés. Il apparaît que son utilisation peut s'associer à la plupart des pathologies. Cependant l'analyse de ces travaux montre qu'après un engouement très net pour les premiers, des études critiques, avec corrélations anatomo-cliniques sur un nombre de cas appréciables, font apparaître des controverses quant à son intérêt pratique.

DONNÉES TECHNOLOGIQUES

Le Doppler en gynécologie ne peut se concevoir sans l'utilisation du Doppler couleur et plus récemment encore du Doppler énergie. Le Doppler pulsé ne vient que dans un second temps pour donner une valeur quantitative aux données recueillies. Il ne peut être utilisé seul car la taille des

Hôpital de la Conception - MARSEILLE.

vaisseaux étudiés, même les plus importants, est un obstacle à leur visualisation primitive en imagerie conventionnelle.

L'évolution technologique dans les cinq dernières années a été considérable :

- Utilisation de logiciels couleur permettant d'explorer, en basses vitesses, les flux lents fréquemment rencontrés en gynécologie ;
- Couplage performant de la cartographie couleur avec l'imagerie bidimensionnelle, sans dégradation préjudiciable de celle-ci ;
- Utilisation conjointe d'une sonde vaginale performante, de haute définition, qui, sans être exclusive, doit être toujours utilisée.

L'examen Doppler doit toujours être précédé par une bonne visualisation de l'appareil génital tant par voie abdominale que vaginale, notamment pour ne pas passer à côté d'une masse haut située.

Deux types de données sont à connaître :

– *Qualitatives*, de plus en plus intéressantes par augmentation de la sensibilité de la méthode (en Doppler énergie notamment), se résumant à un remplissage coloré plus ou moins facile et intense de la zone étudiée ;

– *Quantitatives* : • mesures d'index divers, essentiellement résistance et pulsatilité en gynécologie (la diminution du chiffre exprime une baisse de résistance à l'écoulement du flux sanguin) ; ces valeurs ont l'avantage d'être indépendantes de l'angle du faisceau ultrasonore, notion difficile à acquérir pour l'ensemble de ces vaisseaux de petit calibre.

• mesure directe de pics de vélocité maximum, comptage des vaisseaux visualisés dans une zone définie.

Cette multiplicité de données, non uniformément collectées, rend déjà compte d'une difficulté indéniable à l'interprétation des résultats de la littérature.

DONNÉES PHYSIOLOGIQUES

Vascularisation utérine

Plusieurs sites vasculaires sont identifiables par Doppler : les artères utérines d'une part, les vaisseaux myométriaux et sous-endométriaux d'autre part.

Les artères utérines

Après avoir réalisé une coupe sagittale paramédiane de l'utérus, on identifie les vaisseaux du paramètre : l'analyse spectrale de l'artère utérine est caractérisée par la succession d'un pic systolique, d'une incisure protodiastolique et

d'un flux diastolique résiduel ; l'analyse du son émis est très précieuse pour opposer le flux utérin à celui des vaisseaux iliaques à forte résistance.

Deux situations différentes ont été explorées : l'activité génitale et la ménopause.

En période d'activité génitale, les différentes phases du cycle sont caractérisées par des profils différents [1, 2, 3]. Les flux sanguins diminuent dès le début de la croissance folliculaire et réaugmentent en phase lutéale. Ainsi l'index de pulsatilité de l'artère utérine décroît 2 jours avant l'ovulation ; ces modifications sont directement liées aux variations des taux sanguins d'œstrogènes.

Les résultats sont controversés quant à une nette différence entre les artères utérines par rapport à l'ovaire dominant.

Il a été démontré par ailleurs l'existence d'un rythme circadien du flux utérin pendant la période périovulatoire [4].

Ces aspects sont à opposer à ceux rencontrés dans la ménopause où l'on assiste à une nette diminution du flux diastolique, voire à sa disparition, ceci de façon constante à des examens répétés.

Artères sous-endométriales et myométriales

Leur mise en évidence est plus difficile en raison d'un calibre très réduit et de flux très lents. L'apport récent du Doppler énergie est déterminant pour en réaliser une cartographie et apporter des valeurs chiffrées avec le Doppler pulsé ainsi guidé.

Il apparaît que les modifications décrites pour les artères utérines sont identiques, à savoir une nette augmentation des flux en phase lutéale [5].

Vascularisation ovarienne

Les variations vasculaires ovariennes liées à l'ovulation ont été démontrées et reliées aux modifications hormonales [5, 6].

Deux sites d'exploration sont possibles : le stroma ovarien d'une part, l'artère ovarienne de l'autre.

Les flux ovariens ont bénéficié considérablement de l'apport du Doppler énergie ; l'apparition d'une couronne vasculaire cernant le follicule dominant (dès qu'il atteint une taille de 10-15 mm) et le corps jaune, permet l'identification aisée de l'ovaire fonctionnel ; le calcul des index de résistance et de pulsatilité montre une nette augmentation de la vascularisation 48 heures avant l'ovulation puis en phase lutéale [1, 2, 5, 6].

La vascularisation de l'ovaire controlatéral, par contre, est nettement moindre, et les débits sanguins ne sont pas ou peu modifiés au long du cycle menstruel [6].

L'appréciation des flux au niveau de l'artère ovarienne suscite plus de divergences quant aux résultats obtenus. Ceci est vraisemblablement lié à la plus grande difficulté d'identification anatomique du vaisseau concerné, contrairement à celle de l'artère utérine dont les repères sont plus facilement reproductibles. Il a été nettement démontré la possibilité de confusion avec l'artère tubaire à la suite d'une étude réalisée en peropératoire avec une vue précise du site à étudier [7].

Les valeurs retrouvées statistiquement différentes montrent ainsi des index de pulsatilité moyens de 1,11 et 1,53 pour l'artère tubaire et l'artère ovarienne respectivement ; il en est de même pour les index de résistance. Les auteurs concluent à la possibilité de confusion entre les signaux des deux artères, ce qui incite une fois de plus à prendre en compte plutôt les vaisseaux intra-ovariens, dont l'origine anatomique est irréfutable.

APPLICATIONS PRATIQUES DU DOPPLER

Doppler et stérilité

L'utilisation de l'échographie dans la stérilité est déjà parfaitement codifiée ; l'imagerie en effet est performante pour détecter des pathologies utérines ou ovariennes ; son intérêt pour la pathologie tubaire reste controversé. De même, le suivi d'un traitement de stimulation de l'ovulation ne peut se concevoir sans échographie tant au niveau de l'endomètre que de la croissance folliculaire.

L'utilisation du Doppler, basée sur les données physiologiques bien établies, reste plus limitée, au moins en pratique courante.

Les modifications de perfusion utérine et ovarienne chez les patientes infertiles ont fait l'objet de nombreuses publications [5, 6, 8, 9, 10, 11, 12].

Dans le cadre des traitements inducteurs, en fécondation in vitro, plusieurs travaux concordent pour déterminer une valeur seuil de l'index de pulsatilité de l'artère utérine au-delà duquel la réimplantation d'embryons est aléatoire [2, 13].

Les artères sous-endométriales et endométriales ont aussi, dans le cadre de programmes de fertilisation in vitro, fait l'objet de valeur pronostique quant au succès de la réimplantation, montrant plus simplement qu'une absence de flux détectable le jour de l'administration d'hCG a une bonne

Tableau I.
Doppler et échec d'implantation. Critères discriminants
(IP = index de pulsatilité)

Steer [2]	IP > 3	Artère utérine
Tinkanen [10]	IP > 2,8 IP > 3,6	Artère utérine Artère ovarienne
Fujino [12]	IP > 3	Artère utérine
Zaidi [4]	Absence de flux endométrial	

valeur prédictive du défaut d'implantation, quel que soit l'aspect de l'endomètre [5] (Tableau I).

Plus récemment, l'étude directe des flux périfolliculaires dans le cadre de ces traitements aurait aussi une bonne valeur prédictive du taux de réimplantations [14].

Enfin, le *syndrome des ovaires polykystiques*, souvent source de stérilité, a fait l'objet d'études des flux au niveau stromal, montrant des vitesses sanguines supérieures à celles de populations normales, en période préovulatoire, pouvant expliquer des risques de réponses excessives au traitement [15].

Doppler et ménopause

Outre les études des tumeurs qui n'ont rien de spécifique à la ménopause (si ce n'est une plus grande facilité d'approche dans la ménopause non traitée), le Doppler a été proposé dans la surveillance et l'application des traitements hormonaux substitutifs. On connaît en effet le lien direct entre l'imprégnation œstrogénique et les flux au niveau des artères utérines.

On constate ainsi les modifications du spectre de l'artère utérine en cours de traitement portant sur la composante diastolique, entraînant une baisse significative des index de résistance et de pulsatilité sous traitement bien adapté. Alors que les valeurs des index de résistance et de pulsatilité sont respectivement inférieures à 0,90 et 3 chez les patientes ménopausées sans traitement substitutif, il est habituel, sous traitement hormonal bien conduit, d'observer des index de résistance et de pulsatilité voisins de 0,60 et 1 respectivement. En pratique, ces mesures restent d'un intérêt limité, en raison de l'efficacité des signes cliniques parfaitement connus pour adapter la posologie de l'administration hormonale.

En présence d'une masse pelvienne, la situation de ménopause non traitée rend plus simple l'interprétation des phénomènes vasculaires, en l'absence d'interférence possible avec les variations physiologiques liées à l'ovulation.

Pathologie utérine

Myomètre

Les fibromes bénéficient largement de l'apport de l'imagerie échographique pour un diagnostic exact de localisation par rapport notamment à la cavité utérine et une précision biométrique supérieure à la clinique.

Le Doppler apporte une information complémentaire :

– Sur le siège anatomique : en cas de doute, si le myome est d'une échogénicité comparable à celle du myomètre, les vaisseaux cernant le myome constituent une aide indéniable. Par ailleurs, la visualisation d'un pédicule vasculaire peut être une aide précieuse au diagnostic différentiel, en présence d'une masse solide, pour différencier une tumeur de l'ovaire pour laquelle une intervention chirurgicale est d'indication formelle d'un myome sous-séreux pédiculé pour lequel une abstention reste possible.

– Sur le caractère évolutif de la pathologie : des différences de flux marquées par une baisse des index de résistance ont été démontrées dans les cas de nécrobiose, de phénomènes inflammatoires [16] et surtout de modifications histologiques, avec augmentation franche des mitoses; ce dernier aspect, corroboré maintenant par la nette majoration de vascularisation en Doppler énergie, doit inciter à la prudence devant une démarche trop attentiste au plan chirurgical. La rareté de telles observations, correctement documentées par utilisation conjointe du Doppler et de l'imagerie B, ne permet pas encore de déterminer une réelle valeur prédictive de l'approche vasculaire.

Les malformations utérines qui avaient bénéficié de l'imagerie échographique au point de ne plus faire de la coelioscopie l'examen clé, ont vu par l'utilisation de la cartographie couleur une nette amélioration diagnostique notamment pour distinguer un utérus cloisonné de deux héli-utérus; la sanction chirurgicale de résection de cloison sous hystéroscopie peut en effet se justifier pour un utérus cloisonné dans le cadre d'un bilan d'infertilité. La cartographie couleur, mieux encore en Doppler énergie, permet en effet, dans un utérus cloisonné, de montrer une seule couronne vasculaire cernant, en coupe transversale, les deux images d'endomètre. À l'opposé, le diagnostic d'héli-utérus repose sur la visualisation de deux couronnes concentriques.

Les sarcomes utérins représentent une pathologie très rare pour laquelle le Doppler couplé à l'échographie peut apporter un début de diagnostic [17]. Un auteur démontre un profil différent en Doppler de celui des myomes, non sur la mesure de l'index de résistance mais sur la valeur du pic de vitesse systolique [18].

Endomètre

La pathologie bénigne de l'endomètre, qu'il s'agisse d'atrophie ou d'hypertrophie, est parfaitement définie par l'imagerie bidimensionnelle, tant par sa biométrie que par l'aspect morphologique lié à l'échogénicité.

Le cancer de l'endomètre ne présente pas de caractéristiques propres au plan biométrique : le critère le mieux corrélé reste une épaisseur inadéquate pour la ménopause, en l'absence de traitement substitutif. L'utilisation du Doppler couleur a montré dans un premier temps des aspects de vascularisation propres au cancer : baisses des index de résistance et de pulsatilité, multiplication des vaisseaux intratumoraux et de la couche sous-endométriale [1, 16]. Il apparaît toutefois, à la lumière de travaux plus récents, impossible de dégager des valeurs prédictives du cancer de l'endomètre [21, 22].

Ainsi, l'aspect réellement pratique de cette méthode complémentaire par rapport à l'échographie bidimensionnelle reste à démontrer dans la mesure où, maintenant, l'hystérocopie directement guidée par l'imagerie échographique fournit une très grande sensibilité diagnostique. Tout au plus peut-on retenir le caractère rassurant d'une absence de vascularisation couplée à la mesure de l'endomètre en deçà d'une valeur seuil (entre 3 et 5 mm dans la plupart des séries) permettant de surseoir à une intervention chirurgicale.

Le traitement par tamoxifène, qui entraîne des modifications assez caractéristiques sur l'endomètre, qu'il s'agisse d'atrophie kystique ou d'hypertrophie voire de cancer de l'endomètre, ne semble pas modifier de façon déterminante les flux vasculaires étudiés en Doppler [19].

Cancer du col utérin

Si l'intérêt pratique du Doppler dans le diagnostic et l'évaluation du cancer cervical reste controversé [16, 20], plus utile serait l'étude vasculaire comme témoin de la réponse à une chimiothérapie, dans le cadre de formes avancées [23].

On relève ainsi une nette augmentation des index de résistance et de pulsatilité chez les patientes répondant bien au traitement.

Pathologie ovarienne tumorale

L'utilisation du Doppler est démontrée depuis plusieurs années comme un élément parfaitement complémentaire de l'imagerie conventionnelle [24, 25, 26, 27, 28, 29, 30].

Deux pôles d'intérêt sont à souligner :

- Un rôle complémentaire direct devant une forte échogénicité pour différencier liquide et solide ;
- Une meilleure approche du diagnostic histologique dans la différenciation bénin-malin.

Certaines circonstances cliniques expliquent la présence de formations ovariennes liquidiennes à forte composante échogène ; certes l'étude du contour distal, par la présence d'un renforcement postérieur, est souvent déterminante, mais la situation de la formation kystique dans le pelvis peut rendre difficile ce signe décisif, de même que certaines formations solides au départ peuvent donner le change avec une structure liquidienne par le biais de phénomènes de nécrose.

Ainsi le kyste hémorragique ou endométriosique dans une forme ancienne peut être d'interprétation délicate : la mise en place d'une fenêtre Doppler, en basse fréquence, permet de signer la structure liquidienne par l'absence de tout flux détectable.

Plus complexe reste le problème crucial de distinguer les lésions bénignes des lésions malignes, quand on connaît l'extrême gravité de ces dernières.

La littérature est particulièrement abondante depuis quelques années concernant l'utilisation du Doppler couleur dans la discrimination entre lésions bénignes et malignes. Ceci est justifié par la particulière gravité d'une tumeur maligne de l'ovaire à l'opposé des myomes dont la bénignité est la règle [27, 28, 29, 30].

Par contre la lecture des différents travaux depuis huit ans environ montre une très nette évolution dans la définition du rôle exact du Doppler dans les tumeurs de l'ovaire [20, 35, 36, 37, 38].

Dans une première phase [32] il pouvait apparaître que des flux de faible impédance étaient pathognomoniques de lésion ovarienne maligne. Secondairement il était démontré que les phénomènes d'angiogenèse n'étaient pas propres au cancer mais se retrouvaient aussi dans les cycles ovulatoires.

D'autres auteurs retrouvaient des flux de faible impédance dans les lésions bénignes, avec une fréquence non négligeable ; cette accumulation de discordances devait assurément faire perdre le caractère quasi manichéen du Doppler dans les tumeurs ovariennes [36, 39].

Il ne faut ainsi pas méconnaître les difficultés inhérentes à la technique : sensibilité très variable selon les machines et les logiciels utilisés, interférence

très nette du statut hormonal, qu'il s'agisse de la période du cycle menstruel pour une femme en période d'activité génitale, de la mise en place de traitements hormonaux substitutifs en période ménopausique, de la difficulté d'identification précise des vaisseaux au niveau de l'annexe [7, 40].

Ces premiers travaux sur des cas limités, rapportant un pouvoir de discrimination intéressant, faisaient espérer que la possibilité d'un **dépistage du cancer de l'ovaire**, en complément de l'analyse morphologique tissulaire déjà rapportée, pouvait être envisagée [31, 32, 43]. Outre la particularité de la maladie qui, au plan de l'épidémiologie, se prête peu à une politique de dépistage, il reste difficile de faire la part du rôle du Doppler dans la mesure où l'opérateur est nécessairement influencé par l'imagerie bidimensionnelle qui a servi à placer les fenêtres Doppler.

Plus récemment, d'autres articles ont tempéré cet enthousiasme en démontrant la multiplicité des facteurs intervenant dans la pathologie cancéreuse : grande variété des paramètres pris en compte (index de résistance ou pulsatilité, vitesses maximales, nombre de vaisseaux étudiés), influence hormonale chez la patiente non ménopausée ou ménopausée sous traitement hormonal substitutif, biais de sélection par les données préalables de l'analyse morphologique... Ils démontrent surtout la présence d'importantes zones de chevauchement dans les valeurs trouvées entre les pathologies bénignes et malignes [20, 35, 36, 37, 38, 39, 40].

Il convient aussi d'insister sur la valeur prédominante de l'étude des flux in situ par rapport aux flux afférents à l'ovaire car la confusion est possible entre vaisseaux ovariens et péri-tubaires [7].

Pathologie tubaire

Si les collections tubaires infectieuses ou post-infectieuses ne bénéficient en rien de l'utilisation du Doppler couleur pour le diagnostic positif, celui-ci garde un intérêt pour le diagnostic différentiel. En effet les ectasies veineuses simples voire les varicocèles pelviens prennent l'aspect de formations tubulaires parfois volumineuses ; certes avec un réglage approprié, il pourrait être possible de repérer de fins échos mobiles mais l'application d'une fenêtre couleur sur l'image permet en quelques secondes d'éliminer une collection liquidienne.

La grossesse extra-utérine peut par contre bénéficier directement de l'application du Doppler couleur. La couronne trophoblastique ectopique peut certes parfois être identifiée en imagerie, mais la visualisation d'un flux péri-trophoblastique est précieuse lorsque le sac n'est pas franchement identifié. Par ailleurs la visualisation certaine du corps jaune intra-ovarien par le cercle vasculaire qu'il engendre, incite à une recherche plus

approfondie de la trompe homolatérale, augmentant ainsi la sensibilité de l'examen [41,42].

Un élément sémiologique supplémentaire serait apporté par la possibilité de distinguer les formes évolutives ou non selon les index de résistance de la masse.

Doppler couleur et échographie mammaire

La technologie utilisée ici diffère de l'examen pelvien par l'utilisation de sondes en haute fréquence (7,5 à 10 mégahertz) combinées au Doppler à codage couleur qui permet de mettre en évidence des flux vasculaires dans la glande mammaire.

Chez les femmes non ménopausées, la période du cycle est déterminante pour l'interprétation des signaux obtenus. En effet la période péri-ovulatoire reste la plus favorable car à l'état normal les flux y sont les moins prononcés ce qui diffère là aussi de l'examen pelvien où la période post-menstruelle immédiate reste la plus favorable pour que le taux d'œstrogènes circulants ne gêne pas l'interprétation des résultats [43, 44, 45].

Pathologie tumorale mammaire

Comme pour la pathologie pelvienne, la difficulté d'interprétation des résultats concernant l'utilisation du Doppler couleur est en partie liée à l'évolution de la technologie, les logiciels utilisés ayant bénéficié d'améliorations constantes dans le sens d'une plus grande sensibilité.

Cancers

On relève une plus grande fréquence des flux dans la pathologie maligne [46, 47, 48]. La particularité de ces flux réside dans leur disposition périphérique et à double sens, ce qui correspond bien à la nature de cette néovascularisation prenant son origine à la périphérie de la tumeur, la pénétrant de façon radiaire et créant des shunts artério-veineux [49]. Certains ont établi des mesures, essentiellement par étude des pics de vitesse en cm/s ou calculs d'index de résistance comme ils sont mesurés pour les tumeurs gynécologiques.

Il n'y aurait pas de corrélation significative entre les types histologiques des tumeurs et la nature de la vascularisation en Doppler couleur [50, 51].

Pathologie bénigne

Les fibro-adénomes peuvent aussi donner un signal Doppler couleur, dans un nombre de cas non négligeable (20 %); ceci serait l'apanage de formations de taille plus importante (supérieure à 20 mm), et des formes juvéniles [53].

Les dystrophies fibrokystiques sont aussi le siège de flux anormaux.

Intérêt pratique

La grande variabilité des chiffres de sensibilité et de spécificité pour l'ensemble des tumeurs malignes (68 à 98 % de sensibilité, 43 à 97 % de spécificité) amène à douter de l'intérêt pratique de la méthode.

En l'état actuel de la technologie, il apparaît que les chiffres doivent être interprétés en fonction du caractère palpable ou non de la lésion et des variations importantes liées à l'appareillage utilisé et à l'opérateur [44, 52].

Il convient aussi de rappeler le caractère très performant de la mammographie.

Parmi l'ensemble des techniques d'imagerie utilisées dans la pathologie mammaire, la place réelle du Doppler couleur reste à démontrer tant au stade du diagnostic primaire que de la surveillance du sein traité [53]. Dans l'avenir l'utilisation du Doppler énergie, méthode plus sensible, pourrait apporter un supplément précieux d'information par le biais d'une authentique cartographie.

Si l'apport du Doppler en gynécologie est indéniable, son aspect pratique reste à démontrer sur l'ensemble des pathologies pelviennes et mammaires. Ceci tient à plusieurs facteurs :

– Évolution technologique constante, expliquant les controverses quant à la signification des résultats obtenus, les études réalisées une dizaine d'années auparavant pouvant apparaître obsolètes;

– Risque encore présent de formation pratique insuffisante à la technique, tout à fait différente de celle de l'échographie;

– Qualité en progrès constants d'autres examens complémentaires, notamment de l'échographie bi-dimensionnelle; leur valeur suffira souvent à porter un diagnostic assez précis pour une conduite à tenir clinique adaptée;

– Équipements encore insuffisants en machines susceptibles d'allier une échographie de haut niveau et un module Doppler performant, pour un coût compatible avec une pratique de routine ou de premier niveau.

Bibliographie

1. Bourne TH. Transvaginal color Doppler in gynecology. *Ultrasound Obstet Gynec* 1991; 1 : 359-373.
2. Steer CV, Campbell S, Tan S, Crayford T, Mills C, Mason BA. The use of transvaginal color flow imaging after in vitro fertilization to identify optimum uterine conditions before embryo transfer. *Fertil Steril*, 1992; 57 : 372-376.
3. Tekay A, Jouppila P. Blood flow in benign ovarian tumors and normal ovaries during the follicular phase. *Obstet Gynec*, 1995; 86 : 55-59.
4. Zaidi J, Campbell S, Pitroff R, Tan SL. Endometrial thickness, morphology, vascular penetration and velocimetry in predicting implantation in an in vitro fertilization program. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1995; 6 : 191-198.
5. Kupesic S, Kurjac A. Uterine and ovarian perfusion during the peri-ovulatory period assessed by transvaginal color doppler. *Fertil Steril*, 1993; 60 : 439-443.
6. Kurjac A, Schulman S, Zalud I. Transvaginal color Doppler in the assessment of ovarian and uterine blood flow in infertile women. *Fertil Steril*, 1991; 56 : 870-873.
7. Aleem F, Zeitoun K, Calame R, Trinca D, Zalud I, Schulman H. The characterisation of flow signals from tubal and ovarian arteries using intraoperative continuous wave doppler. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; 4 : 304-309.
8. Glock JL, Brumsted JR. Color flow pulsed Doppler ultrasound in diagnosing luteal phase defect. *Fertil Steril*, 1995; 64 : 500-504.
9. Kupesic S, Kurjac A, Vujisic S, Petrovic Z. Luteal phase defect : comparison between Doppler velocimetry, histological and hormonal markers. *Ultrasound Obst Gynecol*, 1997; 9 : 105-112.
10. Tinkanen H, Kujansuu E, Laippala P. Vascular resistance in uterine and ovarian arteries : its association with infertility and the prognosis of infertility. *Hum Reprod*, 1993; 8 : 1126-1128.
11. Goswamy RK, Williams G, Steptoe PC. Decreased uterine perfusion, a cause of infertility. *Hum Reprod*, 1988; 3 : 955-959.
12. Fujino Y, Ito F, Kojima T, Koh B, Ogita S. Pulsatility index of uterine artery in pregnant and non-pregnant women. *Human Reprod*, 1993; 8 : 1126-1128.
13. Favre R, Bettahar K, Grange G, Arbogast E, Moreau L, Dellenbach P. Predictive value of transvaginal uterine Doppler assessment in an in vitro fertilization program. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1993; 3 : 350-353.
14. Oyesanya OA, Parsons JH, Collins WP, Campbell S. Prediction of oocyte recovery rate by transvaginal ultrasonography and color Doppler imaging before human chorionic gonadotropin administration in in vitro fertilization cycles. *Fertil Steril*, 1996; 65 : 806-809.
15. Battaglia C, Artini PG, D'Ambrogio G, Genazzani AD, Gennazani A. The role of color Doppler imaging in the diagnosis of polycystic ovary syndrome. *Am J Obstet Gynecol*, 1995; 172 : 108-113.
16. Kurjac A, Shalan H, Kupesic S, Predanic M, Zalud I, Breyer B. Transvaginal color Doppler sonography in the assessment of pelvic tumor vascularity. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1993; 3 : 137-154.
17. Kurjac A, Shalan H, Kupesic S, Sosic A. Uterine sarcoma : a report of eight cases studied by transvaginal color and pulsed Doppler sonography. *JUltrasound Med*, 1993; 12 : 234-240.
18. Hata K, Hata T, Maruyama R, Hirai M. Uterine sarcoma : can it be differentiated from uterine leiomyoma with Doppler ultrasonography? A preliminary report. *Ultrasound Obst Gynecol*, 1997; 9 : 101-104.
19. Tepper R, Cohen I, Altaras M, Shapira J, Cordoba M, Dror Y. Doppler flow evaluation of pathological endometrial conditions in postmenopausal breast cancer patients treated with Tamoxifen. *J Ultrasound Med*, 1994; 13 : 635-640.
20. Carter J, Saltzman A, Artenbach E, Fowler J, Carson L. Flow characteristics in

benign and malignant gynecologic tumors using transvaginal color flow doppler. *Obstet Gynecol*, 1994; 83 : 125-130.

21. Flam F, Almstrom H, Hellstrom AC, Moberger B. Value of uterine artery Doppler in endometrial cancer. *Acta oncologica*, 1995; 34 : 779-782.

22. Chan FY, Chau MT, Pun TC, Mal C, Leong L, Wong RL. Limitations of transvaginal sonography and color Doppler imaging in the differentiation of endometrial carcinoma from benign lesions. *J Ultrasound Medicine*, 1994; 13 : 623-628.

23. Greco P, Cormio G, Vimercati A, Loverro G, Selvaggi L. Transvaginal color Doppler sonography in predicting the response to chemotherapy in advanced cervical cancer. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1997; 9 : 49-52.

24. Potier A. Échographie et kystes de l'ovaire. *Séméiologie, Doppler, Ponctions Echoguidées. Contr Fert Sex*, 1992; 20 : 553-559.

25. Sassone AM, Timor-Trish IE, Artner A, Westhoff C. Transvaginal sonography characterization of ovarian disease : evaluation of a new scoring system to predict ovarian malignancy. *Obstet Gynecol*, 1991; 78 : 70-76.

26. Luxman D, Bergman A, Sagi J, David MP. The post-menopausal adnexal masses : correlation between ultrasonic and pathological findings. *Obstet Gynecol*, 1991; 77 : 726-728.

27. Moyle JN, Rochester D, Side RL, Shiroch R, Krause P. Sonography of ovarian tumors : predictability of tumors. *AJR*, 1983; 141 : 985-991.

28. Benacerraf BR, Finhler NJ, Knapp RC. Sonographic accuracy in the diagnosis of ovarian masses. *J Reprod Med*, 1990; 135 : 491-495.

29. Potier A. Diagnostic préopératoire des cancers de l'ovaire. *Tumeurs de l'Ovaire, Progrès en Gynécologie*, Doin éditeur, 1989.

30. Andolf E, Jorgensen C, Astedt B. Ultrasound examination for detection of ovarian carcinoma in risk groups. *Obstet Gynecol*, 1991; 75 : 106-109.

31. Pavlik EJ, Van Nagell JR, Depriest PD, Wheeler L, Tatman JM, Boone M, Sollars S, Rayens MK, Kryscio RK. Participation in

transvaginal ovarian cancer screening : compliance, correlation factors and costs. *Gynecologic Oncology*, 1995; 57 : 349-400.

32. Buy JN, Ghossain MA, Hugol D, Hassen K, Sciot C, Truc JB, Poitout P, Vadrot D. Characterization of Adnexal Masses : Combination of Color Doppler and Conventional Sonography compared with Spectral Doppler Analysis alone and Conventional Sonography alone. *AJR*, 1996; 166 : 385-393.

33. Kurjak A, Zalud I, Alfirevic Z. Evaluation of adnexal masses with transvaginal color ultrasound. *J Ultrasound Med*, 1991; 10 : 295-297.

34. Fleischer AC, Cullinan JA, Jones HW, Peery CV, Bluth RF. Serial assessment of adnexal masses with transvaginal color Doppler sonography. *Ultrasound in Med Biol*, 1995; 21 : 435-441.

35. Prompeler HJ, Madjar H, Sauerbei W, Lattermann U. Quantitative flow measurements for classification of ovarian tumors by transvaginal color doppler sonography in postmenopausal patients. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1994; 4 : 406-413.

36. Anandakumar C, Chew S, Wong YC, Chia D, Ratnam SS. Role of transvaginal ultrasound color flow imaging and Doppler waveform analysis on differentiating between benign and malignant ovarian tumors. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1996; 7 : 280-284.

37. Brown DL, Frates MC, Laing FC, Disalvo DN, Doubilet PM, Benson CB, Waitzkin ED, Muto MG. Ovarian masses : can benign and malignant lesions be differentiated with color and pulsed Doppler US. *Radiology*, 1994; 190 : 333-336.

38. Hamper UM, Sheth S, Abbas FM, Rosenshein NB, Aronson D. Transvaginal color Doppler sonography of adnexal masses : differences in blood flow impedance in benign and malignant lesions. *AJR*, 1993; 160 : 1225-1228.

39. Fleischer AC, Roger WH, Rao BK, Nepple DM, Jones HW. Transvaginal color Doppler sonography of ovarian masses with pathological correlations. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1991; 1 : 275-278.

40. Bourne TH. Should clinical decisions be made about ovarian masses using trans-

- vaginal color doppler? *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1994; 4 : 357- 360.
41. Emerson DS, Cartier MS, Altieri LA, Felker RE, Gray LA. Diagnostic efficacy of transvaginal color Doppler flow imaging in an ectopic pregnancy screening program. *Radiology*, 1992; 183 : 413-420.
42. Bonilla-Musoles FM, Ballester MJ, Tarin JJ, Raga F, Osborne NG, Pellicer A. Does transvaginal color Doppler sonography differentiate between developing and involuting ectopic pregnancies? *J Ultrasound Med*, 1995; 14 : 175-181.
43. Balu-Maetro C, Bruneton JN, Marcy PY, Huys C, Lorenzetti J. Étude comparative du Doppler énergie et du Doppler couleur en sénologie. *J Radiol*, 1995; 76 : 1075-1078.
44. Balu-Maetro C, Cazenave F, Marcy PY, Chauvel C. Échographie en sénologie : nouvelles techniques et place actuelle. *Reproduction humaine et hormones*, 1997; 10 : 291-302.
45. Dock W, Grabenwoger F, Metz V, Eibenberger K, Farres M. Tumor vascularization. Assessment with duplex sonography. *Radiology*, 1991; 181 : 241-244.
46. Britton PD, Coulden RA. The use of duplex Doppler ultrasound in the diagnosis of breast cancer. *Clin Radiol*, 1990; 42 : 399-401.
47. Cosgrove DO, Bamber JC, Davey JB, Mckinna JA. Color Doppler signal from breast tumors. *Radiology*, 1990; 176 : 175-180.
48. Cosgrove DO. Color Doppler signal in breast diseases. *Radiology*, 1994; 192 : 580-581.
49. Dock W. Duplex sonography of mammary tumors : a prospective study of 75 patients. *J Ultrasound Med*, 1993; 2 : 79-82.
50. Fornage BD, Kuang L. Color Doppler examination of the breast : preliminary results. *J Ultrasound Med*, 1990; 9 : 23.
51. Robinson AE, Sutherland CM. Breast neoplasms : duplex sonographic imaging as an adjunct in diagnosis. *Radiology*, 1988; 168 : 665-668.
52. Cosgrove DO, Kedar RP, Bamber JC. Breast diseases : color Doppler US in differential diagnosis. *Radiology*, 1993; 189 : 99-104.
53. Kedar RJ, Cosgrove DO, Smith IE, Mansi JL, Bamber JC. Breast carcinoma : measurement of tumor response to primary medical therapy with color Doppler flow imaging. *Radiology*, 1994; 190 : 825-830.