

La ecografía tridimensional en la monitorización del ciclo ovular: ventajas sobre la ecografía bidimensional

Three-dimensional ultrasound in ovarian cycle: advantages from bidimensional ultrasound

B. Gómez, V. Engels, P. Álvarez, A. Martínez A, I. Orensanz, J. De la Fuente, J.M. Bajo
Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Universitario Santa Cristina de Madrid.

Resumen

Introducción: El objetivo de nuestro estudio fue describir los beneficios de la ecografía tridimensional frente a la ecografía bidimensional convencional en el seguimiento del ciclo ovárico y la descripción morfológica del cuerpo lúteo (CL) Material y métodos: Estudiamos a cuarenta y cinco mujeres de un programa de inseminación artificial (IAC) en el Hospital Universitario Santa Cristina de Madrid. Realizamos ecografía bidimensional y tridimensional a todas las pacientes en la fase ovulatoria y meso-lútea, en el día +7 después de la administración de una dosis única de hCG. Calculamos "a posteriori" el volumen y los índices vasculares del folículo y del cuerpo lúteo empleando el programa VOCALTM. Estudiamos la posible relación entre los niveles vasculares del folículo y las tasas de gestación. Resultados: El volumen del folículo periovulatorio fue significativamente menor en los casos ovulatorios pero no encontramos diferencias entre las pacientes que gestaron y de las que no gestaron. No demostramos diferencias en los índices vasculares del área subfolicular según las pacientes ovularan o no. Las pacientes que gestaron presentaron unos IV e IVF subfoliculares significativamente menores que las que no gestaron. Describimos cuatro morfologías diferentes del cuerpo lúteo: ecopositiva, econegativa o sonoluscente, de ecogenicidad mixta y no visible. El tipo de cuerpo lúteo más frecuente fue aquel con ecogenicidad mixta, con un 37,5% (12 casos). Los índices vasculares del cuerpo lúteo cambiaban en cada tipo de morfología del CL, pero sólo encontramos una asociación estadísticamente significativa en los índices de vascularización entre los CL con morfología econegativa y de ecogenicidad mixta, con una $p=0,034$. El resto de los índices no cambiaban en cada morfología del CL. Encontramos diferencias estadísticamente significativas en el valor de grises entre las morfologías econegativa y de ecogenicidad mixta, con una $p=0,007$. No encontramos una correlación estadísticamente significativa entre la morfología del cuerpo lúteo y su volumen en ninguno de los diferentes tipos de CL. Tampoco encontramos correlación estadísticamente significativa entre la morfología del CL y los niveles séricos de progesterona del día +7 después de la ovulación. Conclusiones: Mediante los índices APD 3D foliculares y lúteos podemos estudiar más precisa y detalladamente la

Correspondencia: Dr. B. Gómez
Servicio de Ginecología y Obstetricia
Hospital Universitario Santa Cristina
C/ O'Donnell, 59
28009 Madrid

evolución del crecimiento folicular y la conversión lútea, así como la morfología del cuerpo lúteo. También parece establecer un grupo de pacientes con menor vascularización a este nivel, que pudieran tener una mayor probabilidad de embarazo.

Palabras clave: Ecografía tridimensional. Ciclo ovárico. Inseminación intrauterina.

Summary

Background: *Our aim was to describe the benefits of three-dimensional ultrasound on bidimensional one in the ovarian cycle and corpus luteum morphology. Methods: Forty five women were included in an intrauterine insemination program (IUI) in Santa Cristina University's Hospital. All the patients were evaluated in ovulation and in meso-luteal phase, the day +7 after hCG administration, by bidimensional and three-dimensional ultrasound. The volume and vascular indices of the follicle and corpus luteum were calculated off-line using virtual organ computer-aided analysis (VOCALTM) software. Results: Ovulatory follicle volume was statistically lower in cycles with real ovulation but there were not differences between pregnancy or non pregnancy cycles. There were no differences in sub-follicular APD indices between real or not ovulation. We find lower IV and IVF in pregnancy than in non pregnancy cycles. Four different morphologies were described in the corpus luteum: echo-positive, echo-negative or sonoluscent, mixed echogenicity or non visible. Corpus luteum with mixed echogenicity was the most frequent one with 37.5% (12 cases). The corpus luteum vascular indices changes in each morphology type, but there was statistically significant association just in vascularization index between echo-negative and mixed echogenicity corpus luteum morphologies, with $p=0.034$. The rest of vascular indices not change in each morphology corpus luteum types. There was statistically significant difference in mean gray value between echo-negative and mixed echogenicity morphologies, with $p=0.007$. There were no statistically significant correlations between the corpus luteum morphology and the corpus luteum volume of any of the different types. There either was no statistically significant correlation between the corpus luteum morphology and progesterone serum levels on day +7 post ovulation. Conclusions: Follicular and luteal Power Doppler 3D indices provide more accuracy and detail information about evolution and follicle changes as well as corpus luteum morphology. We also describe a patients group with less vascularisation and more pregnancy rates.*

Key words: Three-dimensional ultrasound. Ovarian cycle. Intrauterine insemination.

INTRODUCCIÓN

La ecografía ginecológica con la introducción de sondas vaginales de alta frecuencia, el doppler color y el power doppler, nos permite estudiar fácilmente la anatomía del ovario. En la actualidad, la ecografía tridimensional (3D) asociada a los parámetros de angiografía Power Doppler (APD) nos permite una mayor precisión y la posibilidad del estudio "a posteriori" de todos sus parámetros. Estas nuevas adquisiciones amplían el concepto de estudio funcional ovárico y establecen las bases de las nuevas y futuras indicaciones de la ecografía ginecológica. También en medicina de la reproducción y en particular en los ciclos de estimulación hormonal con inseminación artificial intrauterina con semen capacitado (IAC-SC) constituye una herramienta fundamental que resulta indispensable tanto para el diagnóstico de patologías orgánicas asociadas, como para la cuantificación de la reserva

ovárica y sobre todo para el seguimiento del ciclo ovárico natural o estimulado.

La ecografía ovárica, realizada adecuadamente, puede predecir y valorar la capacidad de la respuesta ovárica, su normalidad y patología, la calidad de los ovocitos y embriones resultantes, pudiendo establecerse como indicador de buen o mal pronóstico en la consecución de un embarazo y por tanto modificando las pautas de actuación en los ciclos de estimulación ovárica inmersos en los programas de técnicas de reproducción asistida (TRA). También puede ayudarnos a realizar una correcta valoración del cuerpo lúteo, su morfología, su vascularización y su volumen, así como el diagnóstico diferencial con otras patologías quísticas o tumorales que pueden confundirse con él. Ya han sido descritos los cambios vasculares del útero y los ovarios en el ciclo menstrual normal, mediante ecografía Doppler color^{1, 2, 3} y se ha empleado el power Doppler tridimensional para cuantificar la vas-

cularización en el ovario en la fase folicular tardía (4), para estudiar los cambios en el flujo sanguíneo del estroma ovárico según la edad (5) y para comparar la vascularización intraovárica en los ovarios poliquísticos y los ovarios normales (6).

La ecografía tridimensional tiene la ventaja de poder estudiar simultáneamente el volumen ovárico y su perfusión. Después de adquirir el volumen y la vascularización ováricos mediante el power Doppler 3D, se aplica el programa VOCALTM (Virtual Organ Computer-aided Analysis) y su opción "histogram" para calcular la perfusión del folículo y, posteriormente, del cuerpo lúteo. De hecho, en los últimos años, han aparecido diversas publicaciones empleando la ecografía tridimensional y el APD3D en el estudio de la reserva ovárica y de la respuesta a la estimulación ovárica (7-10) con el fin de buscar marcadores ecográficos de respuesta ovárica, de calidad folicular y de calidad ovocitaria y embrionaria. De todo lo que conocemos, no hay estudios publicados donde se haya empleado la ecografía power Doppler 3D para estudiar la vascularización del cuerpo lúteo y su relación con la morfología 2D.

Aunque la morfología del folículo y del cuerpo lúteo se puede estudiar mediante ecografía bidimensional, la ecografía tridimensional permite añadir nuevos parámetros como flujo y volumen, que pueden mejorar el estudio del ciclo ovárico y del crecimiento folicular, así como la valoración morfológica del cuerpo lúteo.

El objetivo de nuestro artículo es describir las ventajas de la ecografía 3D frente a la 2D convencional en el seguimiento del ciclo ovárico y su utilidad en la práctica clínica diaria.

MATERIAL Y MÉTODO

Realizamos el seguimiento del ciclo ovárico a 45 mujeres mediante ecografía power doppler 2D y 3D, observando tanto la primera como la segunda parte del ciclo. Estudiamos la evolución del folículo dominante, sus características en la fase periovulatoria y su conversión a cuerpo lúteo, observando los cambios en la vascularización, volumen y morfología que se producen en el mismo. Empleamos el programa VOCAL y su herramienta histograma para estudiar la vascularización y el volumen, así como las características morfológicas del cuerpo lúteo y su clasificación. Valoramos las ventajas de la ecografía tridimensional en el estudio del ciclo ovárico respecto a la ecografía 2D convencional.

Fueron incluidas 45 mujeres de un programa de inseminación artificial (IAC) del Hospital Universitario

Santa Cristina, desde el 2005 al 2007. Los criterios de inclusión fueron tener una edad entre 18 y 40 años; infertilidad primaria o secundaria de 12 meses o más de evolución; un REM superior a 5 millones; niveles séricos de progesterona en la fase meso-lútea superiores a 10ng/ml e infertilidad femenina (tales como infertilidad cervical, disfunción ovulatoria, endometriosis grado I y II o/y obstrucción tubárica unilateral), infertilidad inmunológica o infertilidad de origen desconocido. Los criterios de exclusión fueron: no cumplir los criterios de inclusión, niveles séricos de progesterona el día +7 después de la administración de hCG inferiores a 10ng/ml y niveles séricos de FSH los días 2, 3 ó 4 del ciclo superiores a 10UI/l.

Estudiamos la FSH, LH y E2 antes de la inclusión de las pacientes los días 2, 3 ó 4 del ciclo. Todas las pacientes fueron sometidas a una estimulación ovárica con gonadotropinas (FSH recombinante subcutánea, de 50, 75 ó 100 UI dependiendo de la edad de la mujer) (Puregon®), Laboratorios Organon España INC, o Gonol-F® Laboratorios Serono España INC). Controlamos ecográficamente la respuesta folicular cada dos o tres días. Cuando el diámetro medio del folículo dominante fue ≥ 18 mm, realizamos una inducción de la ovulación mediante hCG recombinante (Ovitrelle, Laboratorios Serono INC, España), con una dosis única subcutánea de 250 UI. Realizamos una ecografía a todas las pacientes, en posición ginecológica, con el ecógrafo VOLUSON 730® (Iberian Kretztechnik, INC, Madrid), equipado con una sonda transvaginal multifrecuencia entre 3 y 9 MHz y con un ángulo de visión de 146 grados.

Diseño del estudio

Estudio analítico observacional en una cohorte del Hospital Universitario "Santa Cristina" de Madrid. Realizamos a todas las mujeres un estudio ecográfico transvaginal los días 2, 3 ó 4 del ciclo, y posteriormente cada uno o dos días para controlar la estimulación ovárica, hasta la ruptura folicular. El ovario donde estaba el folículo ovulatorio con su posterior cuerpo lúteo se denominó ovario dominante y el ovario contralateral, ovario no dominante. Denominamos al folículo ovulatorio, folículo dominante. Todos los exámenes fueron realizados por tres ecografistas (B. G., P. A. y V. E.), siempre de la misma forma.

Las mujeres eran examinadas en posición de litotomía con la vejiga vacía. Estudiamos a todas las pacientes en fase periovulatoria y en fase meso-lútea, el día +7 después de la administración de hCG, mediante ecografía bidimensional y tridimensional. Primero realizamos una ecografía bidimensional para obtener

la morfología del folículo (en fase periovulatoria) o del cuerpo lúteo (el día +7 de la administración de la hCG) y sus flujos mediante power Doppler. Buscamos el cuerpo lúteo en el ovario dominante donde habíamos seguido el folículo dominante en el momento periovulatorio. Posteriormente, realizamos la ecografía 3D. Se les pidió a las mujeres que permaneciesen lo más quietas posible y adquirimos los datos power Doppler 3D del folículo periovulatorio y del cuerpo lúteo. Situamos la “ventana” del power Doppler en el plano longitudinal máximo del folículo o del cuerpo lúteo, cubriendo por completo toda su superficie. Cuando hemos obtenido una señal color adecuada, situamos la ventana 3D para obtener el volumen de la región de interés. Entonces, el ecografista adquiere el volumen del folículo o del cuerpo lúteo del plano longitudinal del ovario. Obtuvimos 45 volúmenes de folículos periovulatorios y 45 de cuerpos lúteos que almacenamos en el disco duro del ecógrafo, y posteriormente los transferimos a una memoria USB para analizarlos posteriormente.

El estudio de todos los volúmenes almacenados fue realizado “a posteriori” por un observador para el folículo periovulatorio (V. E.) y por otro observador para el cuerpo lúteo (autor, B. G.). Se procesaron los volúmenes mediante el programa de imagen VOCAL (Virtual Organ Computer-aided AnaLysis). Los volúmenes adquiridos proporcionaron vistas en múltiples planos del folículo y del cuerpo lúteo en el plano sagital medio, transverso y coronal. Realizamos todos los cálculos con estas imágenes multiplanares. Mediante el modo manual, trazamos el contorno de los diferentes cortes rotacionales del ovario, en el plano A (longitudinal) y con un ángulo de rotación de 30 grados (11), definiéndose por tanto seis contornos del folículo periovulatorio y seis contornos del cuerpo lúteo (12-14).

Calculamos los índices power Doppler mediante la herramienta “histogram” del programa VOCAL. Los parámetros analizados fueron: el volumen del folículo y del cuerpo lúteo (VF, VCL), el índice de vascularización (IV), el índice de flujo (IF) y el índice de vascularización flujo (IVF), tanto del folículo como del cuerpo lúteo. El índice de vascularización (IV) mide el número de voxels color en el volumen del folículo o del cuerpo lúteo, representando el número de vasos del CL expresados en un porcentaje. El índice de flujo (IF) es el valor medio de color de todos los voxels color, es decir, la intensidad media de flujo del CL. El índice de vascularización flujo (IVF) es el valor promedio de color en todos los voxels, color y grises, del volumen del folículo o del cuerpo lúteo, expresando de esta forma la vascularización total del

CL (15). Dibujamos el contorno del CL manualmente por la parte exterior del anillo de color que lo circunscribe.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS(®) versión 11.5 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Expresamos las variables continuas en forma de media, mediana, moda, desviación estándar, rango y las variables cuantitativas se analizaron comparando las medias con el T test. Consideramos como significativo un error alfa menor o igual del 5% para todos los análisis.

RESULTADOS

El valor sérico medio de progesterona el día +7 después de la administración de hCG en los treinta y dos ciclos analizados fue de 20,9ng/ml (rango 10,7-40). La edad media de las 32 mujeres estudiadas fue 34,62± 3,122 años (rango 29-40).

El volumen folicular medio periovulatorio fue de 5 ±4,15 ML, con un valor de la mediana de 3,968 ML. El volumen del folículo periovulatorio fue significativamente menor en los casos en los que se consiguió ovulación (4,09±1,99ML frente a 7,66±6,71 ML en las no ovuladoras; p = 0,001); (tabla 1a). Pero no se observaron diferencias significativas en los volúmenes foliculares de las pacientes que gestaron y de las que no gestaron (tabla 1b). No existieron diferencias entre los índices vasculares foliculares de las pacientes con y sin ovulaciones ni en los de las, pacientes que gestaron y las que no gestaron. No demostramos diferencias en los índices vasculares del área subfolicular según las pacientes ovularán o no.

Tabla 1a

Volumen folicular y ovulación

	Ovulación	Volumen folicular	Desviación estándar	p
Volumen Folicular	NO	7,66	6,70	0,001
	SI	4,09	1,99	

Tabla 1b

Volumen folicular y gestación

	Gestación	Volumen folicular	Desviación estándar	p
Volumen Folicular	NO	5,03	4,20	0,753
	SI	5,49	3,92	

Como queda reflejado en la tabla 2, las pacientes que gestaron presentaron unos IV e IVF subfoliculares significativamente menores que las que no gestaron ($2,89 \pm 2,29$ vs. $5,55 \pm 4,57$; $p = 0,011$ y $1,06 \pm 0,83$ vs. $2,23 \pm 2,18$, $p = 0,005$ respectivamente).

Tabla 2
Índices vasculares subfoliculares y gestación

	Gestación	Media	Desviación estándar	p
SF_iv	NO	5,56	4,57	0,011
	SI	2,90	2,29	
SF_if	NO	33,97	11,86	0,283
	SI	36,26	4,50	
SF_ivf	NO	2,23	2,18	0,005
	SI	1,06	0,83	

SF_iv: Índice de vascularización subfolicular.
SF_if: Índice de flujo subfolicular.
SF_ivf: Índice de vascularización-flujo subfolicular.

Describimos cuatro morfologías diferentes en el cuerpo lúteo: ecopositiva (Figura 3), econegativa o sonoluscente (Figura 2), ecogenidad mixta (Figura 4) o no visible. La morfología más frecuente fue la del cuerpo lúteo con ecogenidad mixta, con un 37,5%. El resto de los valores se muestran en la figura 1: ecopositivo 28,1%, econegativo 25% y no visible 9,4%. En algunas ocasiones es difícil reconocer el cuerpo lúteo ecográficamente. Empleamos los niveles séricos de progesterona y el control del folículo dominante para asegurar la ovulación real, por lo que el cuerpo lúteo tendría que estar presente. Pero esta apariencia tan variable lo hace a veces realmente difícil de identificar. En estos casos, la ecografía tridimensional, con la visión multiplanar, permite al examinador encontrar el cuerpo lúteo dentro del volumen ovárico y estudiar su vascularización.

Los índices vasculares del cuerpo lúteo cambian en cada tipo morfológico, pero encontramos una diferencia estadísticamente significativa únicamente en el índice de vascularización entre los CL con morfologías econegativa y de ecogenidad mixta (tabla 3), con una $p = 0,034$, observando que el IV era mayor en la morfología ecomixta que la econegativa (tabla 4). El resto de los índices vasculares no cambiaron en cada tipo morfológico de CL.

Analizando la morfología del CL y sus valores medios de grises (tabla 5), encontramos diferencias estadísticamente significativas en los valores de gri-

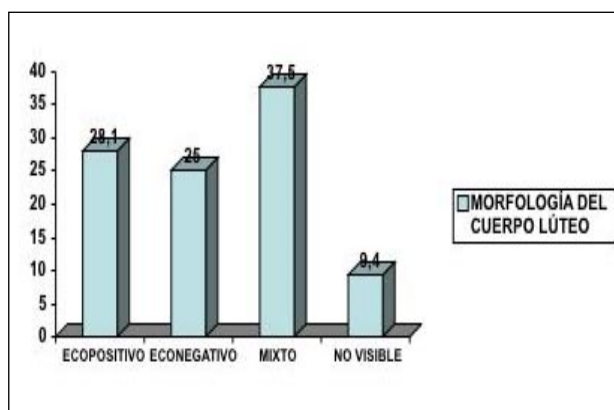


Figura 1
Morfología del cuerpo lúteo

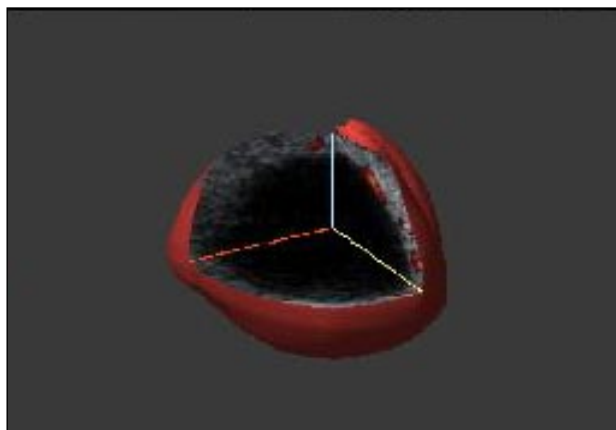


Figura 2
Morfología econegativa del cuerpo lúteo

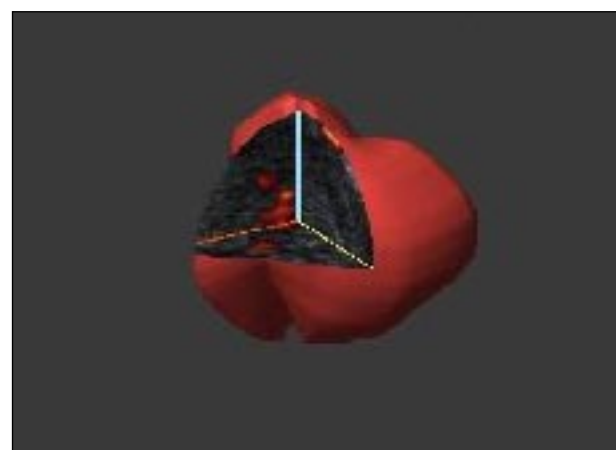


Figura 3
Morfología ecopositiva del cuerpo lúteo

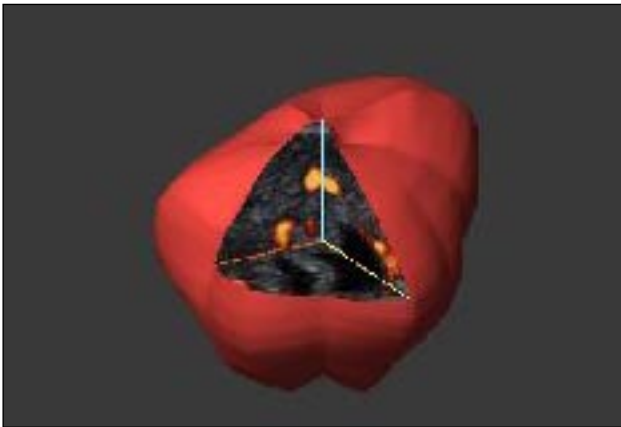


Figura 4

Morfología de ecogenicidad mixta del cuerpo lúteo

Tabla 3

T Test Índices vasculares de cuerpo lúteo en las distintas morfologías.

	Media ± desviación estándar	Intervalo de confianza 95% para la medias	p
ECO IV CL			
Ecopositivo	8,86±6,77	3,66-14,07	0,03
Econegativo	3,22±2,04	1,5-4,931	
Mixto	10,41±5,57	6,86-13-95	
No visible	5,24±4,31	-5,48-15,96	
Total	7,69±5,83	5,59-9,79	
ECO IF CL			
Ecopositivo	42,37±5,67	38,01-46,73	0,13
Econegativo	42,56±6,69	36,96-48,15	
Mixto	40,33±7,75	35,41-45,26	
No visible	32,16±2,70	25,45-38,86	
Total	40,70±7,00	38,17-43,22	
ECO IFV			
CL Ecopositivo	4,00±3,51	1,30-6,70	
Econegativo	1,31±0,79	,65-1,97	
Mixto	4,38±2,91	2,54-6,23	
No visible	1,75±1,49	-1,95-5,47	
Total	3,26±2,88	2,22-4,30	

ses entre los CL con morfología econegativa y de ecogenicidad mixta, con una $p=0,007$ (tabla 6), siendo la masa de grises mayor en la morfología de ecogenicidad mixta. Las diferencias en los valores de grises entre las morfologías econegativa y ecopositiva estuvieron cerca de la significación estadística, con una $p=0,074$.

No encontramos correlación estadísticamente significativa entre la morfología del CL y el volumen en

Tabla 4
Test "Post Hoc" de Sidak.

(I) Morfología CL	(J) Morfología CL	Diferencia de las medias (I-J)	Sig.	Intervalo de confian za del 95%	Límite inferior	Límite superior
Ecopositivo	Econegativo	5,63	,197	-1,59	12,87	
	Mixto	-1,54	,986	-8,11	5,02	
	No visible	3,62	,893	-6,30	13,55	
Econegativo	Ecopositivo	-5,63	,197	-12,87	1,59	
	Mixto	-7,18 (*)	,034	-13,98	-0,38	
	No visible	-2,01	,994	-12,10	8,06	
Mixto	Ecopositivo	1,54	,986	-5,02	8,11	
	Econegativo	7,18(*)	,034	0,38	13,98	
	No visible	5,16	,594	-4,44	14,78	
No visible	Ecopositivo	-3,62	,893	-13,55	6,30	
	Econegativo	2,01	,994	-8,06	12,10	
	Mixto	-5,16	,594	-14,78	4,44	

Tabla 5

T Test en la masa de grises de las distintas morfologías del cuerpo lúteo

ECO MG CL				
	N	Media ± desviación estándar	Intervalo de del confianza 95% para las medias	p
Ecopositivo	9	32,38±6,34	Límite inferior: 27,50 Límite superior: 37,26	0,008
Econegativo	8	25,17±5,15	20,87 29,48	
Mixto	12	34,34±5,25	31,00 37,69	
No visible	3	28,17±5,28	15,03 41,30	
Total	32	30,92±6,51	28,57 33,27	

ninguno de los diferentes tipos (econegativo, ecopositivo, ecogenicidad mixta o no visible). Tampoco encontramos diferencias estadísticamente significativas entre la morfología del CL y los niveles séricos de progesterona el día +7 después de la ovulación.

DISCUSIÓN

En el seguimiento del crecimiento folicular en los ciclos de estimulación ovárica, la ecografía transvaginal es una herramienta imprescindible. No solo se trata de decidir el momento óptimo para inducir la ovu-

Tabla 6
Test "Post Hoc" de Sidak

Variable Dependiente: ECO MG CL		Diferencia de las medias (I-J)	Sig. del 95%	Intervalo de confianza	
(I)	(J)			Lower Bound	Upper Bound
MORFOLOGIA CL	Econegativo	7,20	,074	-,44	14,86
	MIXTO	-1,96	,966	-8,91	4,98
	NO VISIBLE	4,21	,844	-6,29	14,72
ECONEGATIVO	ECOPOSITIVO	-7,20	,074	-14,86	,44
	MIXTO	-9,17 (*)	,007	-16,36	-1,97
	NO VISIBLE	-2,99	,967	-13,66	7,67
MIXTO	ECOPOSITIVO	1,96	,966	-4,98	8,91
	ECONEGATIVO	9,17 (*)	,007	1,97	16,36
	NO VISIBLE	6,17	,457	-3,99	16,34
NO VISIBLE	ECOPOSITIVO	-4,21	,844	-14,72	6,29
	ECONEGATIVO	2,99	,967	-7,67	13,669
	MIXTO	-6,17	,457	-16,34	3,99

* The mean difference is significant at the 0.05 level.

lación y realizar la IAC, sino que también se busca predecir con la mayor exactitud las posibilidades reales de ovulación y de gestación, es decir, el diagnóstico de la calidad folicular.

Hasta la fecha, dicha calidad folicular se pronosticaba mediante determinaciones seriadas de estradiol, y fundamentalmente con ecografías transvaginales en 2D en las que se valoraba tanto la morfología (16) y el diámetro folicular, como la vascularización folicular y perifolicular en 2D (17).

Para realizar este estudio nos basamos en que las medidas tridimensionales y del APD 3D con el programa VOCAL aplicados al estudio del folículo periovulatorio, podrían aportar información adicional en los ciclos de estimulación ovárica e IAC. El objetivo de nuestro estudio, era aportar alguna luz sobre el valor de la ecografía 3D y de los índices APD3D en la determinación de la calidad folicular, para estudiar el crecimiento folicular durante el ciclo ovárico y la morfología del cuerpo lúteo.

El primer parámetro que consideramos fue el volumen folicular. Observamos que las pacientes que no conseguían ovular, tenían menores volúmenes foliculares. Esto se explicaría por la presencia de ovulaciones precoces o de anovulaciones en estos ciclos que darían lugar a la formación de cuerpos lúteos de gran tamaño que serían considerados erróneamente como folículos periovulatorios. De hecho, es frecuente que el cuerpo lúteo se confunda ecográficamente con el folículo periovulatorio o incluso con el estroma ová-

rico (18) por lo que en la práctica a veces resulta imposible distinguirlos. En cuanto a las gestaciones, las pacientes de nuestra cohorte que consiguieron embarazo y las que no gestaron mostraron volúmenes foliculares muy similares. Sería interesante establecer un punto de corte del volumen folicular que determinase madurez folicular en los ciclos de IAH u ovocitaria en los ciclos de FIV. Parece que la tasa de recuperación ovocitaria es constante en los ciclos FIV con folículos de entre 1 y 7ML (19). Observamos que los índices vasculares perifoliculares el día de la administración de hCG eran significativamente menores en aquellas pacientes que gestaron (IV subfolicular: $2,89 \pm 2,29$ vs. $5,55 \pm 4,57$; $p = 0,011$ e IVF subfolicular $1,05 \pm 0,83$ vs. $2,23 \pm 2,18$, $p = 0,005$ respectivamente). Resulta contradictorio que una menor perfusión perifolicular se asocie con mayores probabilidades de gestación. Lo más probable es que exista un punto de vascularización subfolicular óptimo, de manera que valores inferiores se asocien a bajas respuestas, valores superiores a respuestas excesivas con el consiguiente riesgo de hiperestimulación ovárica, y valores medios a una respuesta idónea.

El incremento de los índices vasculares power Doppler en 3D en el folículo dominante durante la fase folicular tardía, y especialmente después de la ruptura del folículo, se debe a cambios vasculares fisiológicos. La capa de la granulosa del folículo es avascular hasta el momento de la ovulación (2). La cantidad de vasos sanguíneos y el volumen de las células de la granulosa

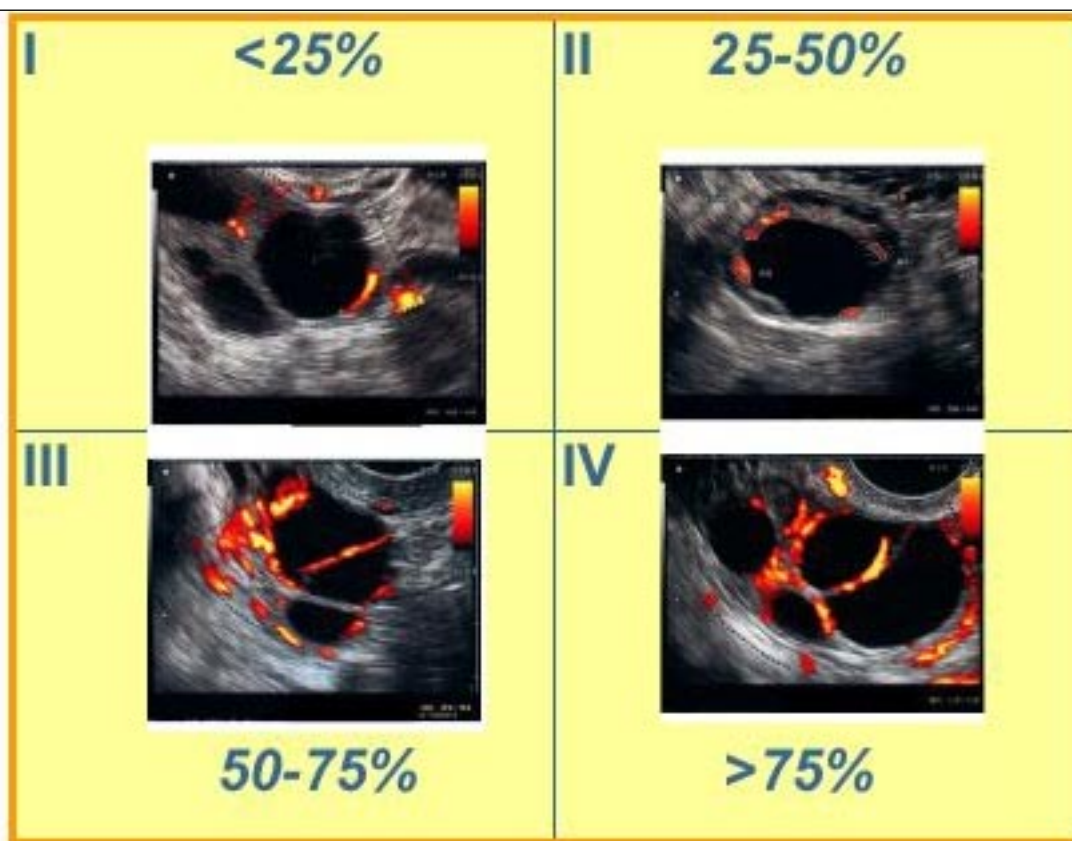


Figura 5

Clasificación de la vascularización perifolicular según el porcentaje de color mediante power Doppler:

- I) Grado I: mapa color en menos del 25% del perímetro folicular.
- II) Grado II: mapa color en el 25 al 50% del perímetro folicular.
- III) Grado III: mapa color en el 50 al 75% del perímetro folicular.
- IV) Grado IV: mapa color en más del 75% del perímetro folicular

en el cuerpo lúteo aumentan hasta 7 días después de la ruptura del folículo. Ottander y cols. evaluaron las características morfológicas del cuerpo lúteo humano en la fase lútea del ciclo menstrual, subyacentes de la apariencia ecográfica y la dinámica de flujo (20). Concluyeron que había un alto grado de acuerdo entre la ecografía y las medidas anatómicas de los cuerpos lúteos extirpados quirúrgicamente.

El cuerpo lúteo muchas veces se diagnostica como un quiste ovárico patológico. Mercé y cols. estudiaron el diagnóstico de ovulación real para ayudar al ecografista a reconocer el cuerpo lúteo (21, 22). Sugirieron que el diagnóstico de la ovulación durante la fase meso-lútea, tan sólo mediante la ayuda de la ecografía tenía la dificultad del reconocimiento del cuerpo lúteo por lo que proponen el Doppler para

evaluar el flujo sanguíneo del folículo y del CL durante todo el ciclo ovárico (23, 24).

No hemos encontrado estudios publicados en los que la ecografía tridimensional se haya empleado para estudiar la morfología del cuerpo lúteo y su vascularización, comparándolos con la ecografía bidimensional. Todos los estudios disponibles actualmente sobre el CL están encaminados a crear modelos 2D de vascularización y su relación con los niveles séricos de progesterona y sus posteriores gestaciones. El cálculo del volumen mediante ecografía 3D es más exacto que el calculado mediante ecografía 2D (25). La herramienta power Doppler en ecografía 3D es un nuevo método para el estudio de la vascularización. Lo que el power Doppler 3D puede añadir es más precisión, así que nosotros lo hemos utilizado para

estudiar la morfología del CL y su vascularización e intentar conseguir una clasificación mejor del mismo.

En resumen, mediante los índices APD 3D foliculares y lúteos mediante el programa VOCAL y su navegación multiplanar, podemos estudiar más precisa y detalladamente la evolución del crecimiento folicular y la conversión lútea, así como la morfología del cuerpo lúteo. También parece establecer un grupo de pacientes con menor vascularización a este nivel, que pudieran tener una mayor probabilidad de embarazo. Por otra parte, la utilidad del volumen folicular como marcador de madurez folicular parece ser limitada, salvo para determinar en algunos casos qué pacientes tienen un ciclo anovulatorio o con ovulación previa.

Este trabajo junto con el de otros muchos autores, podría constituir un primer paso para vislumbrar las posibilidades de aplicación a la práctica clínica diaria y en particular a la medicina de la reproducción de la ecografía 3D y del APD3D. Futuros estudios deberían ir encaminados al establecimiento de puntos de corte fundamentalmente para los valores de vascularización subfolicular. También sería interesante estudiar la relación del tipo morfológico de CL y sus índices Doppler 3D con la tasa de gestación, para añadir más valor clínico a estas ventajas de la ecografía 3D frente a la 2D convencional.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Scholtes MCW, Wladimiroff JW, van Rijen HJM and Hop WCJ.**: Uterine and ovarian flow velocity waveforms in the normal menstrual cycle: a transvaginal Doppler study. *Fertil Steril*, 1989; 52: 981-985.
2. **Tan SL, Zaidi J, Campbell S, Doyle P and Collins W.**: Blood flow changes of vasculature and vascular phenotypes in normal human menstrual cycle. *Am J Obstet Gynecol*, 1996; 175: 625-631.
3. **Bourne TH, Hagstrom HG, Hahlin M, Josefsson B, Granberg S, Hellberg P, Hamberger L and Collins WP.**: Ultrasound studies of vascular and morphological changes in the human corpus luteum during the menstrual cycle. *Fertil Steril*, 1996; 65: 753-758.
4. **Jarvela IY, Sladkevicius P, Nelly S, Ojha K, Nargund G and Campbell S.**: Three-dimensional sonographic and power Doppler characterization of ovaries in late follicular phase. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2002; 20: 281-285.
5. **Pan HA, Cheng YC, Li CH, Wu MH and Chang FM.**: Ovarian stroma flow intensity decreases by age: a three-dimensional power Doppler ultrasonographic study. *Ultrasound Med Biol*, 2002; 28: 425-430.
6. **Pan HA, Wu MH, Cheng YC, Li CH and Chang FM.**: Quantification of Doppler signal in polycystic ovary syndrome using three-dimensional power Doppler ultrasonography: a possible new marker for diagnosis. *Hum Reprod*, 2002; 17: 201-206.
7. **Pellicer A, Ardiles G, Neuspiller F, Remohi J, Simon C, Bonilla-Musoles F.**: Evaluation of the ovarian reserve in young low responders with normal basal levels of FSH using three-dimensional ultrasonography. *Fertil Steril*. 1998 Oct; 70(4): 671-5.
8. **Schild RL, Knobloch C, Dorn C, Fimmers R, van der Ven H, Hansmann M.**: The role of ovarian volume in an in vitro fertilization programme as assessed by 3D ultrasound. *Arch Gynecol Obstet*. 2001 May; 265(2): 67-72.
9. **Frattarelli JL, Levi AJ, Miller BT.**: A prospective novel method of determining ovarian size during in vitro fertilization cycles. *J Assist Reprod Genet*. 2002; Jan; 19(1): 39-41.
10. **Merce LT, Bau S, Barco MJ, Troyano J, Gay R, Sotos F, Villa A.**: Assessment of the ovarian volume, number and volume of follicles and ovarian vascularity by three-dimensional ultrasonography and power Doppler angiography on the hCG day to predict the outcome in FIV/ICSI cycles. *Hum Reprod*. 2006 May; 21(5): 1218-26. Epub 2006 Jan 12.
11. **Jokubkiene L, Sladkevicius P, Rovas L and Valentin L.**: Assessment of changes in volume and vascularity of the ovaries during the normal menstrual cycle using three-dimensional power Doppler ultrasound. *Hum Reprod*. 2006 Oct; 21(10): 2661-8. Epub 2006 Jun 14.
12. **Mercé LT, Alcázar JL, Engels V, Bau S, Bajo JM.**: Endometrial volume and vascularity measurements by transvaginal three-dimensional ultrasound and power Doppler angiography in stimulated and tumoral endometria: Intraobserver reproducibility. *Gynecol Oncol*. 2006 Mar; 100(3): 544-50.
13. **Bordes A, Bory AM, Benchaib M, Rudigoz RC, Salle B.**: Reproducibility of transvaginal three-dimensional endometrial volume measurements with virtual organ computer-aided analysis (VOCAL) during ovarian stimulation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 19: 76-80.
14. **Mercé LT, Gómez B, Engels V, Bau S, Bajo JM.**: Intra and inter-observer reproducibility of the ovarian volume, follicle recount and vascular indices of ultrasounds and three-dimensional power doppler angiography processed by vocal imaging program. *J Ultrasound Med*. 2005 Sep; 24(9): 1279-87.
15. **Pairleitner H, Steiner H, Hasenoehrl G and Staudach A.**: Three-dimensional power Doppler sonography: imaging and quantifying blood flow and vascularization. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1999; 14: 139-143.
16. **Poehl M, Hohlagschwandtner M, Doerner V,**

- Dillinger B, Feichtinger W.:** Cumulus assessment by three-dimensional ultrasound for in vitro fertilization. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000; Sep 16(3): 251-3.
17. **Bhal PS, Pugh ND, Gregory L, O'Brien S, Shaw RW.:** Perifollicular vascularity as a potential variable affecting outcome in stimulated intrauterine insemination treatment cycles: a study using transvaginal power Doppler. *Hum Reprod.* 2001; Aug 16(8): 1682-9.
 18. **Merce LT, Bau S, Bajo.:** Doppler study of arterial and venous intraovarian blood flow in stimulated cycles. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001; Nov 18(5): 505-10.
 19. **Wittmaack FM, Kreger DO, Blasco L, Tureck RW, Mastroianni L Jr, Lessey BA.:** Effect of follicular size on oocyte retrieval, fertilization, cleavage, and embryo quality in in vitro fertilization cycles: a 6-year data collection. *Fertil Steril.* 1994; Dec 62(6): 1205-10.
 20. **Ottander U, Solensten NG, Bergh A, Olofsson JI.:** Intraovarian blood flow measured with color doppler ultrasonography inversely correlates with vascular density in the human corpus luteum of the menstrual cycle. *Fertil Steril.* 2004; Jan 81(1): 154-9.
 21. **Merce LT, Andrino R, Barco MJ, de la Fuente F.:** Cyclic changes of the functional ovarian compartments: echographic assessment. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 1990; 69(4): 327-32.
 22. **Merce LT, Andrino R, Marcuello AC, de la Fuente F.:** Echography of the ovarian cycle. *Rev Esp Fisiol.* 1989; 45 Suppl: 125-31. Spanish.
 23. **Merce LT, Bau S, Bajo JM.:** Doppler study of arterial and venous intraovarian blood flow in stimulated cycles. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 505-10.
 24. **Tinkanen H.:** The role of vascularization of the corpus luteum in the short luteal phase studied by Doppler ultrasound. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1994; 73: 321-323.
 25. **Bonilla-Musoles F, Raga F and Osborene NG.:** Three-dimensional ultrasound evaluation of ovarian masses. *Gynecol Oncol,* 1995; 59: 129-135.