

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
Departamento de Pediatría



TESIS DOCTORAL

**Hidronefrosis diagnosticada prenatalmente y estenosis
pieloureteral**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Daniel Cabezalí Barbancho

Director

Andrés Gómez Fraile

Madrid, 2019



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA

**HIDRONEFROSIS DIAGNOSTICADA PRENATALMENTE
Y ESTENOSIS PIELOURETERAL**

TESIS DOCTORAL presentada por

Daniel Cabezalí Barbancho

Madrid, 2018



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA

**HIDRONEFROSIS DIAGNOSTICADA PRENATALMENTE
Y ESTENOSIS PIELOURETERAL**

TESIS DOCTORAL presentada por

Daniel Cabezalí Barbancho

Bajo la dirección del Doctor

Andrés Gómez Fraile

Y tutelado por el Doctor

Alberto Galindo Izquierdo

Madrid, 2018

I. Agradecimientos

A mis padres, porque me enseñaron las lecciones fundamentales de la vida, y en especial a mi padre, por su tesón y empuje para la elaboración final de este manuscrito.

A mi mujer, por su apoyo constante, por sus ánimos y por formar junto con mis hijas los pilares fundamentales sobre los que se construye el proyecto de mi vida.

A mi director, por sus consejos sobre esta tesis, sobre la cirugía pediátrica mientras fui residente y sobre la urología infantil a la que me dedico actualmente. Por todo aquello que me ha enseñado y por lo que seguro me seguirá instruyendo.

A mi compañera de sección, por su ayuda y su apoyo en los momentos difíciles, porque aunque lleva poco tiempo en nuestro grupo, se ha hecho una parte fundamental del mismo.

A mis compañeros ya jubilados por sus consejos científicos y porque aunque no estén trabajando, siempre estarán presentes cuando pongo en práctica todo aquello que me enseñaron.

A los compañeros que me han formado como cirujano, por haberme ayudado a crecer en mi profesión y por darme los consejos pertinentes para ello.

A mi tutor, por los datos facilitados, por las ideas, consejos y aportes científicos sin los cuales hubiese sido muy difícil la elaboración de esta tesis.

Al servicio de Cirugía Pediátrica en general, y a los servicios de Radiodiagnóstico y Ginecología y Obstetricia por los datos facilitados.

A nuestra secretaria, por ayudarme a dar la forma final a esta tesis, por saber escuchar y por darme ánimos en los momentos oportunos.

II. Índice de contenidos

I.	Agradecimientos	V
II.	Índice de contenidos	IX
III.	Índice de Figuras	XV
IV.	Índice de Tablas	XXI
V.	Abreviaturas	XXV
VI.	Resumen	XIX
	a. Introducción.....	XXXI
	b. Material y métodos.....	XXXI
	c. Resultados.....	XXXII
	d. Conclusiones.....	XXXIII
VII.	Summary	XXXV
	a. Introduction.....	XXXVII
	b. Material and methods.....	XXXVII
	c. Results.....	XXXVIII
	d. Conclusions.....	XXIX
1.	Introducción	1
	1.1. Presentación.....	3
	1.2. Embriología.....	5
	1.3. Ecografía renal prenatal.....	8
	1.3.1. Ecografía normal.....	8
	1.3.2. Hidronefrosis prenatal.....	14
	1.3.2.1. Definición y clasificación	14
	1.3.2.2. Epidemiología.....	19
	1.3.2.3. Etiología.....	19
	1.3.2.4. Seguimiento durante el embarazo.....	20
	1.3.2.5. Manejo postnatal.....	21
	1.4. Estenosis de la unión pieloureteral.....	26

1.4.1. Etiopatogenia.....	26
1.4.2. Diagnóstico.....	28
1.4.3. Tratamiento.....	31
2. Hipótesis de trabajo y Objetivos.....	35
2.1. Antecedentes previos.....	37
2.2. Hipótesis.....	39
2.3. Enumeración de los objetivos.....	39
2.3.1. Objetivos principales.....	39
2.3.2. Objetivos secundarios.....	39
3. Material y métodos.....	41
3.1. Selección de pacientes.....	43
3.2. Diagnóstico prenatal.....	44
3.2.1. Ecografía prenatal.....	44
3.3. Pruebas postnatales.....	46
3.3.1. Ecografía postnatal.....	46
3.3.2. Renograma diurético.....	47
3.4. Intervención quirúrgica.....	48
3.5. Análisis estadístico.....	49
4. Resultados.....	51
4.1. Descripción de la muestra. Datos generales.....	53
4.1.1. Lateralidad.....	53
4.1.2. Grados.....	54
4.1.2.1 Grados de dilatación en la ECO según la Sociedad Fetal de Urología (SFU).....	54
4.1.2.2 Grados de dilatación en la ECO según la DTU (Dilatación del Tracto Urinario).....	57
4.1.3. Diámetro antero-posterior de la pelvis medido por ECO.....	60

4.2. Resolución de la hidronefrosis.....	61
4.3. Análisis de factores relacionados con la estenosis pieloureteral.....	64
4.3.1. Grados de hidronefrosis.....	64
4.3.2. Diámetro Antero-Posterior de la Pelvis Renal.....	71
4.3.3. Corteza renal.....	78
4.4. Hidronefrosis unilateral y bilateral.....	79
4.4.1. Resolución de la hidronefrosis.....	79
4.4.2. Diagnóstico de EPU.....	79
4.5. Función renal diferencial.....	81
4.5.1. Función renal diferencial prequirúrgica.....	81
4.5.2. Función renal diferencial postquirúrgica. Recuperación después de la cirugía.....	84
4.5.3. Relación de la ecografía con la función renal diferencial.....	87
5. Discusión.....	89
5.1. Clasificación de la hidronefrosis.....	91
5.2. Resolución de la hidronefrosis prenatal.....	94
5.3. Variables relacionadas con la estenosis pieloureteral.....	96
5.3.1. Grados de hidronefrosis.....	96
5.3.2. Diámetro Antero-Posterior de la pelvis renal.....	98
5.3.3. Corteza renal.....	99
5.3.4. Uni/Bilateralidad.....	99
5.4. Función renal diferencial.....	100
5.4.1. Hidronefrosis prenatal y afectación de la FRD.....	100
5.4.2. Recuperación de la FRD después de la cirugía.....	104
6. Conclusiones.....	107
7. Bibliografía.....	111

III. Índice de Figuras

Figura 1	A. Relación del mesodermo intermedio de los sistemas pronefrico, mesonefrico y metanefrico.7	7
	B. Túbulos excretores de los sistemas pronefrico y mesonefrico en un embrión de 5 semanas.....7	7
Figura 2	Desarrollo de la pelvis renal, de los cálices y túbulos colectores en el metanefros.....7	7
Figura 3	Vejiga fetal en el primer trimestre a las 12 semanas de edad gestacional en un corte sagital.....9	9
Figura 4	Vejiga fetal en el segundo trimestre.....10	10
Figura 5	Doppler en color de las arterias umbilicales a ambos lados de la vejiga11	11
Figura 6	Riñones normales en diversos cortes en la semana 20 de gestación.....12	12
Figura 7	Hidronefrosis detectada en la semana 20 de gestación.....14.	14
Figura 8	Medición del Diámetro Antero-Posterior de la Pelvis renal (DAP) en el plano transverso.....15	15
Figura 9	Grados de la SFU.....17	17
Figura 10	Clasificación DTU.....22	22
Figura 11	Medición de la corteza renal para valorar el grosor parenquimatoso.....23	23
Figura 12	Algoritmo de manejo postnatal de la hidronefrosis prenatal.....22	22
Figura 13	Aspecto de la pelvis renal dilatada en una EPU en el momento de la intervención quirúrgica.....27	27
Figura 14	Pólipos intramurales causantes de obstrucción intrínseca de la unión pieloureteral.....27	27
Figura 15	Patrones de eliminación del radiotrazador descritos por O'Relly.....30	30
Figura 16	TAC helicoidal que muestra un vaso polar inferior aberrante como causa de la EPU.....31	31
Figura 17	Pieloplastia según la técnica de Anderson-Hynes con la sutura entre la pelvis renal y el uréter finalizada.....32	32
Figura 18	Corrección de una EPU mediante laparoscopia.....32	32
Figura 19	Unión pieloureteral libre de vasos tras movilizarlos hacia una posición proximal (flecha) mediante laparoscopia.....33	33
Figura 20	Visión endoscópica de la unión pieloureteral seccionada endoscópicamente (endopielotomía).....34	34

Figura 21	Pieloplastia desmembrada según la técnica de Anderson-Hynes con catéter doble J con prolongador externo.....	49
Figura 22	Distribución de la hidronefrosis según el lado afecto.....	53
Figura 23	Distribución de hidronefrosis según afectación unilateral o bilateral.....	53
Figura 24	Distribución por grados según la SFU en la ECO 1 prenatal.....	54
Figura 25	Distribución por grados según la SFU en la ECO 2 prenatal.....	55
Figura 26	Distribución por grados según la SFU en la ECO 3 prenatal.....	55
Figura 27	Distribución por grados según la SFU en la primera ECO postnatal.....	56
Figura 28	Distribución por grados según la SFU en la segunda ecografía Postnatal.....	56
Figura 29	Distribución por grados según la DTU en la ECO 1 prenatal.....	57
Figura 30	Distribución por grados según la DTU en la ECO 2 prenatal.....	58
Figura 31	Distribución por grados según la DTU en la ECO 3 prenatal.....	58
Figura 32	Distribución por grados según la UTD en la primera ecografía postnatal.....	59
Figura 33	Algoritmo que muestra la evolución de los casos con HN desde la ecografía prenatal 1 a la primera ecografía postnatal al mes de vida.....	62
Figura 34	Distribución por grados de los pacientes con EPU en la ECO prenatal 1.....	66
Figura 35	Distribución por grados de los pacientes con EPU en la ECO prenatal 2.....	66
Figura 36	Distribución por grados de los pacientes con EPU en la ECO prenatal 3.....	67
Figura 37	Distribución por grados de los pacientes sin EPU en la ECO prenatal 1.....	67
Figura 38	Distribución por grados de los pacientes sin EPU en la ECO prenatal 2.....	68
Figura 39	Distribución por grados de los pacientes sin EPU en la ECO prenatal 3.....	68
Figura 40	Curva ROC que muestra el punto de corte del DAP en la ECO prenatal 1.....	73

Figura 41	Curva ROC que muestra los puntos de corte del DAP en la ECO prenatal 1.....	74
Figura 42	Curva ROC que muestra el punto de corte del DAP en la ECO prenatal 2.....	75
Figura 43	Curva ROC que muestra los puntos de corte del DAP en la ECO prenatal 2.....	75
Figura 44	Curva ROC que muestra el punto de corte del DAP en la ECO prenatal 3.....	76
Figura 45	Curva ROC que muestra los puntos de corte del DAP en la ECO prenatal 3.....	76
Figura 46	Histograma con distribución de FRD en función de los grados de hidronefrosis en la ecografía prenatal 1.....	82
Figura 47	Histograma con distribución de la FRD en función de los grados de hidronefrosis en los casos con cortical adelgazada en la ECO prenatal 2 pero no en la ECO prenatal 1.....	83
Figura 48	Histograma con distribución de FRD en función de los grados de hidronefrosis en los casos con cortical adelgazada en la ECO prenatal 3 pero no en las anteriores.....	83

IV. Índice de Tablas

Tabla 1	Clasificación de la hidronefrosis en función de DAP.....	16
Tabla 2	Clasificación prenatal según la Dilatación del Tracto Urinario (DTU).....	18
Tabla 3	Clasificación postnatal según la Dilatación del Tracto Urinario.....	18
Tabla 4:	Clasificación en grados según la Sociedad Fetal de Urología.....	45
Tabla 5	Diámetro antero posterior de la pelvis renal (DAP) en las ECO prenatales.....	60
Tabla 6	Diámetro antero posterior de la pelvis renal (DAP) en las ECO postnatales.....	60
Tabla 7	DAP medio de los pacientes en los que se ha resuelto la hidronefrosis en la ECO 3 prenatal.....	63
Tabla 8	DAP medio de los pacientes en los que no se ha resuelto la hidronefrosis en la ECO 3 prenatal.....	63
Tabla 9	Proporción de EPU en función del grado de hidronefrosis (según la clasificación de SFU) en las distintas ECO prenatales.....	65
Tabla 10	Proporción de EPU en función del grado de hidronefrosis (según la clasificación de SFU) en la primera ECO postnatal.....	69
Tabla 11	Proporción de EPU en función del grado de hidronefrosis (según la clasificación de DTU) en las distintas ECO prenatales.....	70
Tabla 12	Proporción de EPU en función del grado de hidronefrosis (según la clasificación de DTU) en la primera ECO postnatal.....	71
Tabla 13	DAP de la pelvis en las ECO prenatales de los pacientes con EPU.....	72
Tabla 14	DAP de la pelvis en las ECO prenatales de los pacientes sin EPU.....	72
Tabla 15	Clasificación de la hidronefrosis en función del DAP según probabilidad de desarrollar EPU.....	77
Tabla 16	Proporción de pacientes que se diagnostican EPU en función de si tienen o no la corteza adelgazada en las ECO prenatales.....	78
Tabla 17	Proporción de uni/bilaterales en los casos con EPU y en los pacientes con hidronefrosis no quirúrgica.....	80

Tabla 18	FRD media de los casos a los que se les hizo renograma diurético.....	81
Tabla 19	FRD media de los casos con una cortical adelgazada en las distintas ECO prenatales.....	82
Tabla 20	Diferencia de función pre y postquirúrgica de los casos a los que se les hizo pieloplastia por EPU según tuvieron adelgazada la cortical o no en la ECO prenatal 3.....	84
Tabla 21	Diferencia de función pre y postquirúrgica de los casos que tenían una cortical adelgazada desde la ECO prenatal 1.....	85
Tabla 22	Diferencia de función pre y postquirúrgica de los casos que tenían una cortical adelgazada desde la ECO prenatal 2 con cortical normal previa.....	85
Tabla 23	Diferencia de función pre y postquirúrgica de los casos que tenían una cortical adelgazada desde la ECO prenatal 3 con controles normales previos.....	86
Tabla 24	Diferencia de la FRD pre y postquirúrgica en relación al DAP y cortical adelgazada.....	86
Tabla 25	Relación entre cortical adelgazada en la ECO prenatal 3 y función en el renograma.....	87

V. Abreviaturas

- **CUMS:** Cistografía Miccional Seriada
- **DAP:** Diámetro Antero-posterior de la Pelvis renal
- **ECO:** Ecografía
- **EG:** Edad Gestacional
- **EPU:** Estenosis de la Unión Pieloureteral
- **FRD:** Función Renal Diferencial
- **HN:** Hidronefrosis
- **HNP:** Hidronefrosis Prenatal
- **ITU:** Infección del Tracto Urinario
- **MAG-3:** Mercapto-Acetil-Triglicina
- **RN:** Recién Nacido
- **RVU:** Reflujo Vésico-Uretral
- **SFU:** Sociedad Fetal de Urología
- **TU:** Tracto Urinario
- **UPU:** Unión pieloureteral
- **UR:** Unidad Renal
- **VPP:** Valor Predictivo Positivo
- **VPN:** Valor Predictivo Negativo

- **APD:** Antero- Posterior Diameter
- **DRF:** Differential Renal Function
- **HN:** Hydronephrosis
- **PHN:** Prenatal Hydronephrosis
- **NPV:** Negative Predictive Value
- **PPV:** Positive Predictive Value
- **RU:** Renal Unit
- **SFU:** Society Fetal Urology
- **UPJO:** Uretero Pelvic Junction Obstruction
- **US:** Ultrasound
- **UTA:** Urinary Tract Abnormality
- **UTD:** Urinary Tract Dilatation
- **VUR:** Vesico ureteral reflux

VI. Resumen

VI. a). Introducción

Las anomalías del tracto urinario representan el 20-50 % de todas las anomalías congénitas detectadas por ecografía (ECO) y de ellas el 50 % se presentan como hidronefrosis (HN). La dilatación del aparato urinario afecta del 1 al 4,5 % de todas los embarazos y siendo la causa más frecuentes la estenosis de la unión pieloureteral (EPU).

Se han determinado diversos parámetros ecográficos prenatales que nos ayuden a predecir qué hidronefrosis tienden a la resolución, cuales no van a requerir cirugía y las que van a diagnosticarse de EPU. De todos ellos los que muestran una mayor posibilidad de predicción son el diámetro ántero-posterior de la pelvis (DAP) y los grados de hidronefrosis según la clasificación de la Sociedad Fetal de Urología (SFU). Nuestros objetivos principales del estudio son analizar a partir de qué grado y de qué diámetro anteroposterior de la pelvis (DAP) de las hidronefrosis prenatales (HNP) hay correlación con el desarrollo de EPU y valorar la función renal postnatal y su relación con el diámetro anteroposterior de la pelvis, grado de hidronefrosis y adelgazamiento de la corteza prenatal.

VI. b). Material y métodos

Hemos llevado a cabo un estudio retrospectivo con una cohorte de pacientes con diagnóstico prenatal de HN en el periodo comprendido entre los años 2003 y 2013. Se han descartado aquellos casos de los que no se pudieron obtener datos postnatales, y con los fetos con otras malformaciones, éxitus pre o postnatales, los casos de dilatación ureteral, duplicidad renal, ectopia ureteral, displasia quística renal y aquellos casos diagnosticados postnatalmente como reflujo vésico ureteral y megauréter obstructivo. Una vez excluido los casos referenciados anteriormente han quedado para analizar 103 pacientes con 151 unidades renales (UR).

Se obtuvieron datos de las ECO prenatales efectuadas a las madres de los pacientes afectos y descartó la ECO del primer trimestre por no proporcionar datos sobre la arquitectura renal. Las siguientes ECO realizadas a los fetos se han clasificado de la siguiente manera: Ecografía 1: entre las semanas 20-27 de gestación, Ecografía 2:

entre las semanas 28-31 de gestación y Ecografía 3: entre las semanas 32-36 de gestación. También se analizaron la ecografía al mes y al año de vida. En todas ellas se evaluaron el diámetro antero posterior de la pelvis renal (DAP), la corteza renal y el grado de hidronefrosis. Los grados de hidronefrosis se establecieron según la clasificación de la Sociedad Fetal de Urología (SFU) y la clasificación DTU (Dilatación del Tracto Urinario). A los pacientes que presentaban una hidronefrosis grado III o IV según la SFU se les efectuó un renograma diurético MAG-3 (mercaptoacetilglicina) para valorar la función renal diferencial (FRD) y la eliminación. Los casos que mostraban una curva de eliminación obstructiva fueron diagnosticados de estenosis pieloureteral (EPU) e intervenidos quirúrgicamente.

VI. c). Resultados

Si analizamos la evolución durante el embarazo de las 151 UR a estudio vemos que de las 122 UR con algún grado de HN en la ECO prenatal 1 hasta la ECO prenatal 3 se corrigen 42 UR (27, 81%), de las cuales 38 eran grado I (90,4%) y 4 grado II (9,6%). De 109 casos de HN en la ECO prenatal 3 se resolvieron 22 (20,18%) en la ECO del mes postnatal. (19 grado I (86,33%) y 3 grado II (13,64%)). Ninguna de las resueltas ha sido grado III o IV. El DAP medio de la pelvis renal en las UR en las que se ha desaparecido la HN en la ECO 3 prenatal es: 6,60 mm en la ECO 1 prenatal y 8,13 mm en la ECO prenatal 2.

En la ECO prenatal 1, el 100% de los casos con hidronefrosis grado IV (9 UR) y el 80 % de los grados III (8 UR) según la clasificación de la SFU desarrollaron finalmente EPU. En la ECO prenatal 2 se distingue que el 100% de los casos con un grado IV (18 de 18 UR) y el 78, 57% de los grados III (11 de 14 UR) tuvieron EPU en el diagnóstico postnatal ($p < 0,0001$) y en la ECO prenatal 3 se aprecian porcentajes similares: el 91,67% (22 de 24) de los grado IV, el 76,47 % (3 de 17) de los grado III, el 41, 18% (7 de 17) de los grados II, el 1,96% de los grados I y ningún paciente con ecografía normal se diagnostican de EPU.

Si tenemos en cuenta la clasificación DTU, en la ECO 1: el 91,9% (57 UR) de los casos clasificados como A1 presentaron HN no obstructiva, y solo un 9,4% (5 casos) se diagnosticaron de EPU posteriormente ($p < 0,0001$). En la ECO 2 se observó que 87,5% de los casos del grupo A1 fueron finalmente hidronefrosis no obstructivas

($p < 0,001$) y el 61,9% (39 UR) del A2-3 una EPU. En la ECO 3, los resultados fueron similares, un 90 % (27 UR) de los casos clasificados como A1 fueron hidronefrosis no obstructivas ($p < 0,0001$) y un 55,3% del grupo A2-3 terminaron en EPU.

Si establecemos puntos de corte del DAP según curvas ROC para definir UR que se diagnosticarán de EPU, observamos que en la ECO 1 el punto de 10 mm nos ofrece un valor predictivo positivo (VPP) de 73,08% y un valor predictivo negativo (VPN) de 80,8%. El punto de corte de 7 mm muestra un VPN de 83.61% y un VPP de 36.67%. En la ECO 2 a partir de 15 mm hay un VPP de 78.95 % y VPN de 78.79%. Y para 9 mm un VPN de 98.78% y un VPP de 60.87% y en la ECO 3 a partir de 17 mm hay un VPN de 83.46%, un VPP de 91.67 %, y para el corte de 12 mm un VPN de 97.73% y un VPP de 65.08%.

Hemos observado una mayor corrección de la HNP en los casos bilaterales frente a los unilaterales en el paso de la ECO prenatal 1 a la 2 ($p > 0,05$), en el paso de la ECO prenatal 2 a la 3 ($p < 0,0001$) y de la ECO prenatal 3 a la primera postnatal ($p < 0,0001$).

Si tenemos en cuenta la FRD analizada en el renograma MAG-3 vemos que en los casos con una cortical adelgazada desde la ECO prenatal 1 la FRD fue de 21,67 %, los que la tenían adelgazada en la ECO prenatal 2 y no antes de 36,38 % y únicamente en la ECO prenatal 3 con cortical normal previa fue de 38%.

VI. d). Conclusiones

Casi la mitad de las hidronefrosis prenatales se corrigen durante el embarazo y la ECO efectuada al mes de nacer y la mayoría de ellas son casos con grado I y II y bilaterales. El grado de hidronefrosis según la clasificación de la SFU y el momento del embarazo en el que se diagnostica influye en la probabilidad de desarrollar EPU. La mayoría de los grados III y IV desarrollan EPU.

La clasificación DTU prenatal no ofrece mayor clarividencia para el diagnóstico de EPU en las hidronefrosis aisladas que la clasificación de la SFU. Solo nos indica que los clasificados como bajo grado (A1) tienen poca probabilidad de EPU, sin embargo los de alto grado (A2-3) no saben si finalmente la tendrán.

Los casos con un DAP > de 10 mm en la ECO 1, un DAP > de 15 mm en la ECO 2 y un DAP > 17 mm en la ECO 3 tienen mucha probabilidad de EPU al nacimiento.

El momento en el que aparece el adelgazamiento cortical está relacionado con la FRD. Si se aprecia atrofia cortical en la ECO 1 la FRD será menor que si lo hace en la ECO 3.

VII. Summary

VII. a.) Introduction

Antenatally urinary tract abnormalities (UTA) are the most common detected anomalies on prenatal ultrasonography (US), accounting for 20- 50% of all congenital disorders and about 50% of these abnormalities manifest as hydronephrosis. Dilation of the urinary tract is found with a range of 1-4,5% of all pregnancy and the most common cause is the ureteropelvic junction obstruction (UPJO).

Several prenatal ultrasound parameters have been determined to help us predict which hydronephrosis tend to resolve, which will not require surgery and those that will be UPJO in the future. Of all of them, those that show a greater possibility of prediction are the antero-posterior diameter of the pelvis (APD) and the degrees of hydronephrosis according to the classification of the Society of Fetal Urology (SFU).

The purpose of the study are to analyze the threshold APD and the grade that defines clinically significant prenatal hydronephrosis and UPJO and to evaluate the postnatal renal function and its relation with the anteroposterior diameter of the pelvis, degree of hydronephrosis and thinning of the prenatal cortex.

VII. b.) Material and methods

We designed a retrospectively study of a patients cohort with prenatal diagnosis of prenatal hydronephrosis (PHN) in the period between 2003 and 2013. Exclusion criteria included: those cases which postnatal date could not be obtained, fetuses with other malformations, antenatal death or postnatal, ureteral dilation, renal duplicity, ureteral ectopia, cystic renal displasia and those cases diagnosed postnatally with vesicoureteral reflux (VUR) and obstructive megaureter. Once excluded the referenced cases above we had finally to review 103 patients with 151 renal unit (RU).

We obtained data from prenatal US performed on the mothers of affected patients and discarded the US of the first trimester for not providing data on renal architecture. The following US performed on fetuses have been classified as follows: Ultrasound 1: between weeks 20-27 of pregnancy, Ultrasound 2: between weeks 28-31 of pregnancy and Ultrasound 3: between weeks 32-36 of gestation. Ultrasonography was also reviewed at one month and one year of age. In all of them, the APD, the

parenchymal thickness and the degree of hydronephrosis were evaluated. The degrees of hydronephrosis were established according to the classification of the Society of Fetal Urology (SFU) and the UTD classification (Urinary Tract Dilatation). We performed a diuretic renography MAG-3 (mercaptoacetyltriglycine) in the patients with grade III or IV according to the SFU to assess differential renal function (DRF) and rule out obstruction. The cases that showed an obstructive elimination pattern were diagnosed of UPJO and surgically treated.

VII. c.) Results

If we analyze the course of the 151 RU during the pregnancy, we can observe that of 122 RU with some degree of HN in the prenatal US 1 until the prenatal US 4, 42 RU resolved (27, 81%), of which 38 were grade I (90.4%) and 4 grade II (9, 6%) Of 109 cases of HN in the prenatal US 3, 22 (20.18%) were resolved in the one month postnatal US (19 grade I (86.33%) and 3 grade II (13.64%)). None of the resolved has been grade III or IV. The mean APD in the RU in which the HN has disappeared in the prenatal US 3 was: 6, 60 mm in the prenatal US 1 and 8.13 mm in the prenatal US 2.

In prenatal US 1, 100% of cases with grade IV hydronephrosis (9 RU) and 80% of grade III (8 UR) according to the SFU classification eventually developed UPJO. In the prenatal US 2, it can be seen that 100% of the cases with a grade IV (18 of 18 RU) and 78.57% of the grade III (11 of 14 RU) had UPJO ($p < 0, 0001$) and in prenatal US 3, similar percentages are seen: 91.67% (22 of 24) of grade IV, 76.47% (13 of 17) of grade III, 41, 18% (7 of 17) of grades II, 1.96% of grades I and no patient with normal ultrasound are diagnosed with UPJO.

Using the UTD classification system, in the US 1: 91.9% (57 RU) of the cases classified as A1 manifested non-obstructive HN, and only 9.4% (5 cases) were diagnosed with UPJO later ($p < 0.0001$). In US 2 the 87.5% of the cases A1 were associated with non-obstructive hydronephrosis ($p < 0.001$) and 61.9% (39 RU) of A2-3 treated with surgical intervention for UPJO. In US 3, the results were similar, 90% (27 RU) of the cases classified as A1 were associated with non-obstructive hydronephrosis ($p < 0.0001$) and 55.3% of group A2-3 with UPJO.

If we establish APD optimal cut-offs according to ROC curves to define RU which would be diagnosed with UPJO, we observe that in US 1, a cut off of 10 mm for APD showed a positive predictive value (PPV) of 73.08% and a negative predictive

value (NPV) of 80.8%. The cutoff point of 7 mm had a VPN of 83.61% and a PPV of 36.67%. In the US 2 the cut-off of 15 mm there was a VPP of 78.95% and VPN of 78.79%. And for 9 mm a VPN of 98.78% and a VPP = 60.87% and in the US 3 for 17 mm there was a VPN of 83.46%, a VPP of 91.67%, and for the cut-off 12 mm a VPN of 97.73% and a VPP of 65.08%.

We observed a greater resolution of HN in bilateral cases compared to unilateral ones from prenatal US 1 to 2 ($p > 0.05$), from prenatal US 2 to 3 ($p < 0, 0001$) and from the prenatal US 3 to the first postnatal US ($p < 0.0001$).

If we take into account the DRF analyzed in the diuretic renography MAG-3, we see that in cases with a parenchymal thinning from the prenatal US 1, the DRF was 21.67%, in those who had the parenchymal thinning in the prenatal US 2 and not before the DRF was 36.38% and only parenchymal thinning in the prenatal US 3 with previous normal cortical the DRF was 38%.

VII. d.) Conclusions

Almost half of the PHN resolved during pregnancy or at the US performed at one month of age and most of them are cases with grade I and II and bilateral. The degree of hydronephrosis according to the classification of the SFU and the moment of pregnancy in which it is diagnosed influences the probability of developing UPJO: most cases of grades III and IV develop UPJO.

The prenatal UTD classification system does not offer greater clairvoyance for the diagnosis of UPJO in isolated hydronephrosis than the classification of SFU. It only indicates that those classified as low grade (A1) have a low probability of UPJO, however in those with high grade (A2-3) we do not know if they will be finally diagnosed with UPJO.

Cases with a cut-off APD > 10 mm in the US 1, a APD > 15 mm in the US 2 and a DAP > 17 mm in the US 3 have a high probability of UPJO at birth. The moment in which the cortical thinning appears is related to the DRF. If cortical atrophy is seen from the US 1, the DRF will be lower than in the cases in which the cortical thinning appear in the US 3.

1. Introducción

1.1. Presentación

La ecografía (ECO) es una herramienta muy eficaz para el diagnóstico prenatal de las anomalías del tracto urinario. Éstas representan el 20-50 % de todas las anomalías congénitas y de ellas el 50 % se presentan como hidronefrosis (HN)^{1,2}. La dilatación del aparato urinario afecta del 1 al 4,5 % de todas los embarazos^{3,6} y siendo la causa más frecuentes la estenosis de la unión pieloureteral (EPU)⁷⁻¹⁰.

Existen distintas teorías para explicar el origen de la EPU como la que expone que se debe a una interrupción de la musculatura circular de la unión pieloureteral¹¹ o aquella que propone una alteración de las fibras colágenas y de la composición de los tejidos que rodean las células musculares¹²⁻¹⁴. Todo ello originaría un defecto en la propulsión de la orina hacia el uréter y en consecuencia hidronefrosis. Ésta hidronefrosis puede ser transitoria si las alteraciones histológicas comentadas anteriormente son madurativas o por cambios fisiológicos inherentes a la formación renal normal. También favorecería la aparición de hidronefrosis transitoria la mayor producción de orina fetal en la última parte de la gestación¹⁵.

Antes de la popularización del diagnóstico prenatal la EPU se diagnosticaba por infección urinaria (ITU), dolor abdominal, hematuria o masa abdominal¹⁶. Actualmente la ecografía prenatal permite un diagnóstico precoz de la hidronefrosis y evita las consecuencias de un diagnóstico tardío de EPU como el deterioro progresivo de la función renal, infecciones del tracto urinario (ITU) o litiasis. Pero la detección de hidronefrosis en una unidad renal no implica una EPU, ya que la mayoría de estas dilataciones se resuelven de manera espontáneas durante el embarazo¹⁷⁻²⁰ y por tanto tenemos que buscar factores pronósticos objetivos que ayuden a saber con certeza qué pacientes tienen más probabilidad de desarrollar una EPU.

Se han buscado parámetros ecográficos prenatales para conocer la evolución natural de la hidronefrosis, para determinar cuál tiende a la resolución y cual a la presencia de EPU²¹. De todos ellos los que muestran una mayor posibilidad de predicción son el diámetro antero-posterior de la pelvis (DAP) y los grados de hidronefrosis según la clasificación de la Sociedad Fetal de Urología (SFU). Con ellos se han intentado establecer puntos de corte según el momento de la gestación a partir de los cuales aumenta la probabilidad de diagnóstico final de EPU²²⁻²⁵.

Se intenta con ello poder distinguir los pacientes que van a requerir más pruebas diagnósticas, algunas de ellas invasivas, de los que no precisan control o simplemente una ECO postnatal. Al aumentar el nivel de predicción se ajusta mejor el método de seguimiento del paciente y en consecuencia la ansiedad de los padres.

1.2. Embriología

El aparato urogenital se desarrolla a partir del mesodermo intermedio que se extiende a lo largo de la pared corporal dorsal del embrión. Durante el plegamiento horizontal del embrión este mesodermo es arrastrado, formando una elevación longitudinal llamada cresta urogenital, que va a formar el cordón o cresta nefrógena que originará el aparato urinario y la cresta gonadal que dará lugar al aparato genital.

El desarrollo del aparato urinario se completa en sentido cráneo- caudal en tres etapas cronológicas sucesivas:

- PRONEFROS:

Aparecen en la tercera semana de gestación y desaparecen en la cuarta semana de gestación. Son estructuras transitorias y no funcionales, no desempeñando función fisiológica. Se van a formar unidades vestigiales excretoras: los nefrotomas que degeneran rápidamente manteniéndose los conductos pronefricos que son utilizados por el siguiente conjunto (figura 1).

- MESONEFROS:

Aparece en la 4ª semana hasta la 8ª. Se inicia con la aparición de los primeros túbulos excretores del mesonefros. Éstos se alargan y adoptan una forma de “S”. A partir de ramas arteriales que se originan de la arteria dorsal surgen vasos capilares que constituyen el glomérulo. Los túbulos forman alrededor de los glomérulos la cápsula de Bowman y el glomérulo y la cápsula de Bowman forman el corpúsculo renal. El conjunto de túbulo renal y corpúsculo renal recibe el nombre de unidad excretora mesonéfrica. En el extremo opuesto el túbulo desemboca en un conducto mesonéfrico o de Wolf. A finales de la cuarta semana los conductos mesonéfricos se insertan en la cloaca. Los túbulos y glomérulos craneales degeneran a la 10ª semana de gestación, mientras que los túbulos caudales y el conducto mesonéfrico persisten en el varón ya que van a participar en la formación del aparato genital, desapareciendo por completo en la mujer.

- METANEFROS o riñón definitivo:

Aparece durante la 5ª semana y surge por la inducción de las yemas ureterales o divertículos metanéfricos sobre el mesodermo intermedio de la región sacra. El riñón tiene dos orígenes en su desarrollo: 1) El mesodermo metanéfrico que forma una masa sólida de tejido llamada blastema metanéfrico que proporciona las unidades excretoras y 2) el brote ureteral que da origen al sistema colector y que es una evaginación del conducto mesonéfrico próxima a su desembocadura en la cloaca. La yema ureteral se dirige hacia el blastema metanéfrico y se sumerge en él formando la pelvis renal y posteriormente los cálices mayores. A medida que se introduce más en el tejido metanéfrico forman nuevas yemas que se subdividen y forman los cálices menores y posteriormente se vuelven a dividir en 12 generaciones de túbulos colectores o más que se alargan considerablemente y convergen en número de 10 hasta 25 hacia un cáliz menor formando las pirámides renales. Así la yema ureteral forma la pelvis renal, los cálices mayores, menores y los túbulos colectores que pueden llegar a 1-3 millones. Cada túbulo colector neoformado está cubierto en el extremo distal por un capuchón de tejido metanéfrico (figura 2) Las células del capuchón por inducción del túbulo forman las vesículas renales que a su vez forman túbulos cada vez más pequeños en forma de S. De las células endoteliales vasculares se originan los capilares que crecen dentro de una concavidad en uno de los extremos de la S y se diferencian en glomérulos. Las nefronas o unidades excretoras las forman los túbulos junto con sus glomérulos. El extremo proximal de cada nefrona constituye la cápsula de Bowman. El extremo distal mantiene una comunicación con los túbulos colectores y de su alargamiento continuo va a formar el túbulo contorneado proximal, el asa de Henle y el túbulo contorneado distal. Inicialmente los riñones metanéfricos se localizan en la pelvis en posición ventral muy cercanos uno del otro y posteriormente de manera progresiva se sitúan en el abdomen debido al crecimiento caudal del embrión. A medida que el riñón asciende gira medialmente casi 90° ocasionando que el hilio renal se encuentre en posición anteromedial. La producción de orina comienza entre la 5-8ª semana pero inicialmente es plasma filtrado, ya que no es hasta la semana 14 cuando comienzan a tener función los túbulos colectores. Esta orina es emitida hacia la cavidad amniótica y se mezcla con el líquido amniótico. Este líquido es deglutido por el feto y reciclado por los riñones. Durante la vida intrauterina los riñones no tienen función de eliminación de toxinas, ya que este papel lo ejerce la placenta²⁶⁻²⁸.

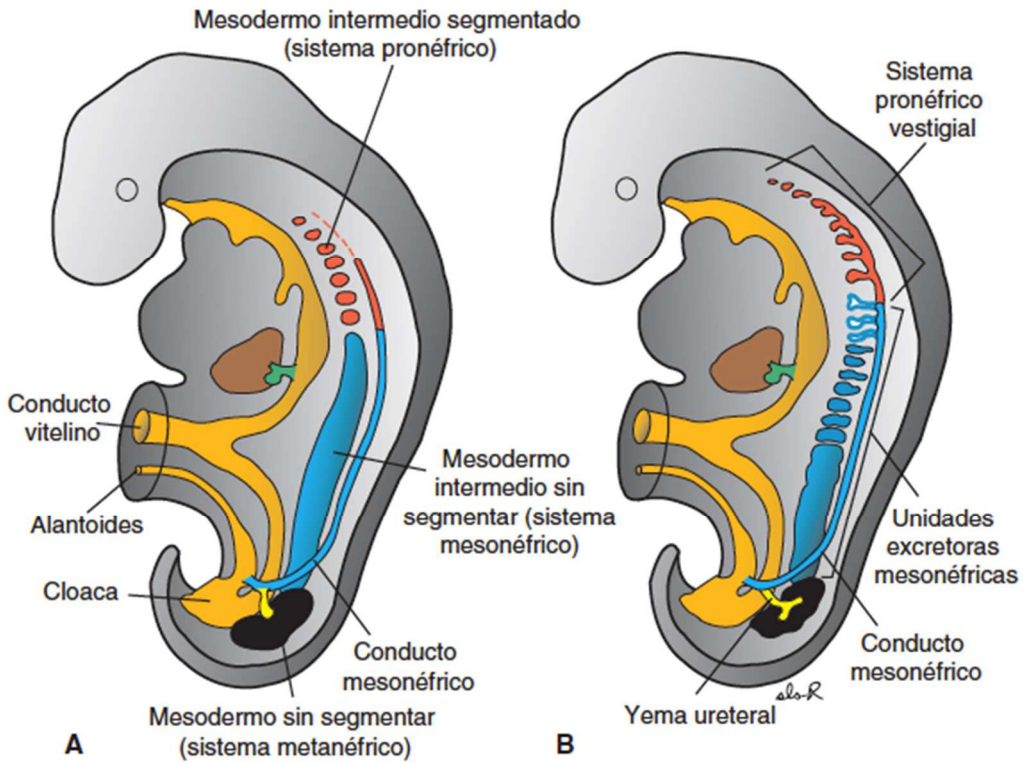


Figura 1. A. Relación del mesodermo intermedio de los sistemas pronéfrico, mesonéfrico y metanéfrico. B. Túbulos excretorios de los sistemas pronéfrico y mesonéfrico en un embrión de 5 semanas. Tomada del Langman, Embriología médica.

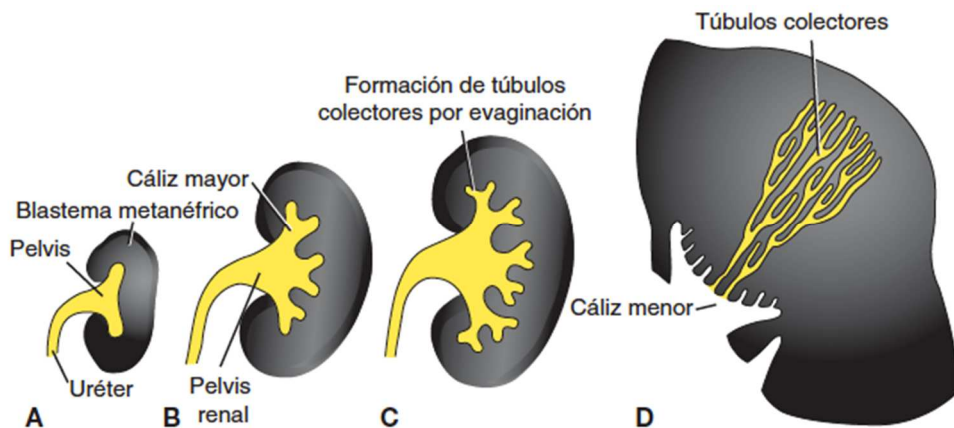


Figura 2. Desarrollo de la pelvis renal, de los cálices y túbulos colectores en el metanefros. A. 6 semanas. B. Al final de la sexta semana. C. 7 semanas. D. Recién nacido. Tomada de Langman, Embriología Médica.

1.3. Ecografía renal prenatal

1.3.1. Ecografía normal

El riñón fetal inicia su funcionamiento a las 10-11 semanas de amenorrea y a partir de ese momento, la formación de orina continua durante toda la vida fetal²⁹. La producción de orina se incrementa a lo largo de la gestación desde valores de 7 ml/hora en la 16-18 semana hasta los 30-35 ml/hora en la gestación a término³⁰, llegando a alcanzar a las 41 semanas hasta 56 ml/hora³¹.

Antes de la semana 16 los riñones contribuyen poco a la dinámica del líquido amniótico, pero a partir de ese momento adquieren cada vez más importancia hasta ser la micción fetal en la segunda mitad de la gestación la principal fuente de líquido amniótico. La evaluación de la cantidad de líquido amniótico correlacionada con la edad gestacional constituye un paso inicial para evaluar el TU del feto. Previo a la semana 16 de gestación puede haber un volumen normal de líquido amniótico en ausencia de función renal. Una cantidad normal de líquido amniótico durante la segunda mitad de la gestación implica al menos un riñón funcionando. Un menor volumen de líquido amniótico en ausencia de otros factores etiológicos como: muerte fetal, retardo del crecimiento, ruptura de membranas o gestación postérmino debe alertar al ecografista para que investigue posibles anomalías del TU²³.

Una vez comienza la producción de orina se puede observar la vejiga como una estructura llena de líquido en la parte inferior del abdomen fetal (figura 3).

A partir del segundo y tercer trimestre la vejiga comienza con ciclos de llenado y vaciado cada 25-30 minutos. Este ciclo se puede monitorizar durante la exploración ecográfica y ayuda a distinguir la vejiga de quistes de estructuras pélvicas (figura 4) Mediante un estudio con Doppler se pueden identificar las arterias umbilicales y entre ellas, a nivel de la pelvis fetal, en una posición anterior, se localiza la vejiga (figura 5).

Al final de la gestación este ciclo disminuye principalmente en fetos masculinos, posiblemente debido a la influencia hormonal sobre el cuello vesical fetal³².

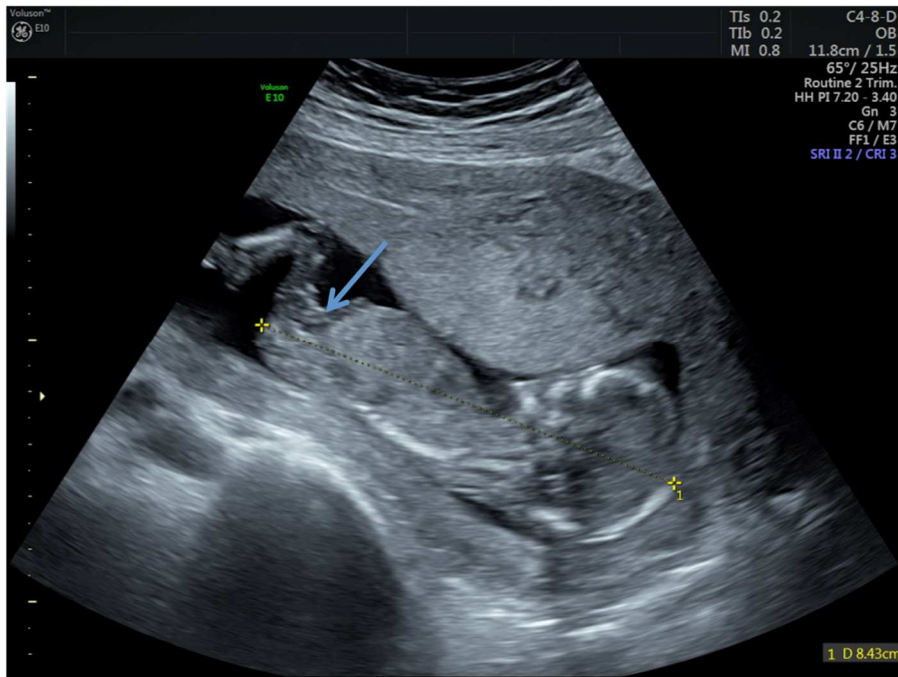
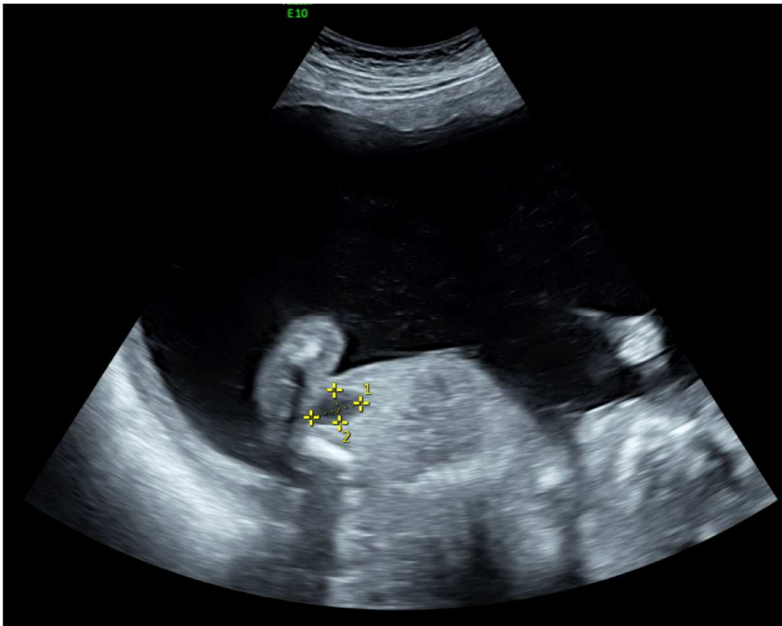


Figura 3. Vejiga fetal en el primer trimestre a las 12 semanas de edad gestacional en un corte sagital. La vejiga se ve como una estructura quística (flecha)



A



B

Figura 4. Vejiga fetal en el segundo trimestre: A. Semana 18 (punteado) B. Semana 20 (flecha)

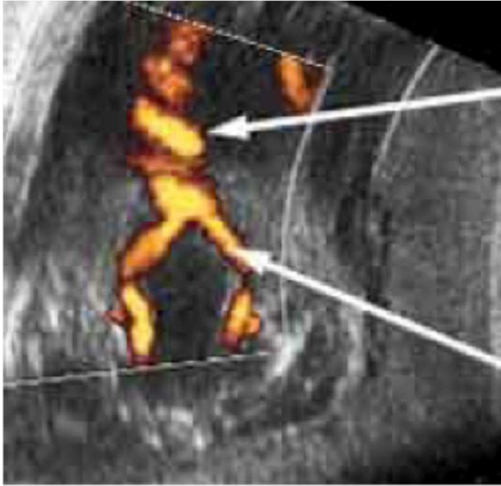


Figura 5. Doppler en color de las arterias umbilicales (flechas) a ambos lados de la vejiga

Se pueden observar los riñones fetales aproximadamente a la semana 11 por vía transvaginal y a la 12 por vía transabdominal. Para su estudio se utilizan cortes longitudinales y transversos del abdomen. Durante el primer trimestre aparecen como estructuras ovales hiperecogénicas que se puede comparar con la del hígado o del bazo. En cortes longitudinales los riñones aparecen como una superficie elíptica, mientras que en el transverso se muestra como redondeado, a ambos lados de la columna vertebral. La hiperecogenicidad que muestran durante el primer trimestre irá disminuyendo progresivamente y en el tercero la ecogenicidad cortical siempre será menor que la del hígado o el bazo. La diferenciación córtico-medular aparece aproximadamente a las 14-15 semanas y siempre se debe poder ver en fetos mayores de 18 semanas. A medida que progresa la gestación se va acumulando tejido graso alrededor del riñón remarcando sus límites en contraste con los órganos esplácnicos (figura 6). A partir de la 26-28ª semana de gestación pueden detectarse las pirámides renales y las arterias arcuatas pulsando en su proximidad. Las pirámides renales hipoeecogénicas se disponen en hileras anteriores y posteriores, en una configuración correspondiente a los cálices alrededor del seno central³². La intensidad hipoeecoaica relativa de las pirámides renales contrasta con la ecoestructura de la corteza renal normal del feto, que se suele aproximar o incluso superar ligeramente a la de los tejidos circundantes. La identificación de la configuración característica de las pirámides en hileras anteriores y

posteriores permite la identificación positiva del riñón y evita cualquier posible confusión entre pirámides renales y quistes parenquimatosos²³.



A



B

Figura 6 A y B. Riñones normales (flechas) en diversos cortes en la semana 20 de gestación.

Tanto la longitud como el perímetro renal aumentan proporcionalmente durante la edad gestacional, pero el cociente entre el perímetro abdominal y renal permanece constante en aproximadamente 27-30% durante el embarazo. Durante el segundo y tercer trimestre, los riñones se identifican fácilmente visualizando la columna dorsolumbar y haciendo un barrido a ambos lados en los cortes axiales parasagital es y

transversales³³. La distensión de la pelvis renal por orina puede facilitar su identificación. En condiciones normales no se ve ni la uretra ni los uréteres fetales pero la ECO suele identificar con facilidad un uréter dilatado³⁴⁻³⁶.

La mayoría de los expertos consideran que el diámetro anteroposterior de la pelvis (DAP) debe ser ≤ 4 mm en el segundo trimestre. Hay factores como la hidratación materna o el grado de distensión vesical que pueden afectar el DAP³⁷⁻⁴⁰.

1.3.2. Hidronefrosis prenatal

1.3.2.1. Definición y clasificación

La hidronefrosis diagnosticada prenatalmente se define como la dilatación de la pelvis renal con o sin dilatación de los cálices y es una de las alteraciones más frecuentemente observadas en la ecografía prenatal^{41,42} (Figura 7). En la mayoría de los casos la dilatación de la pelvis es un fenómeno transitorio y fisiológico, pero en otros puede ser un reflejo de anomalías congénitas del tracto urinario como la obstrucción o el reflujo vésico-ureteral (RVU).



Figura 7. Hidronefrosis detectada en la semana 20 de gestación (flecha)

Distintos autores han intentado desarrollar varios sistemas para clasificar los grados de hidronefrosis prenatal^{43,44}. Estos sistemas emplean distintos hallazgos ultrasonográficos y son los siguientes:

- *Diámetro anteroposterior de la pelvis renal (DAP)*. Mide el diámetro de la pelvis renal en el plano transversal (figura 8). La hidronefrosis se puede clasificar en función del DAP durante el segundo y tercer trimestre de gestación. El DAP es una medida de dilatación de la pelvis renal y no refleja la repercusión de la hidronefrosis en los cálices renales y las alteraciones en el parénquima renal,

como los cambios en la ecogenicidad, la disminución del grosor o la presencia de quistes. Según se establezca el corte sobre el valor normal del DAP se alterará el valor predictivo positivo (VPP) como medida de patología postnatal¹⁷. Algunos autores han intentado establecer valores normales del DAP en función de la edad gestacional^{37, 45, 46} y la probabilidad de desarrollar patología postnatal estableciendo según ello distintos grados de hidronefrosis^{17, 47} (tabla 1).

- La mayoría considera como normal un DAP por debajo de 4 mm en el segundo trimestre de edad gestacional (16-27 semanas) y por debajo de 7 mm en el tercero (≥ 28 semanas EG)³⁷⁻⁴⁰.
- Hidronefrosis leve: una medida de 4-7 mm en el segundo trimestre y de 7 a 9 mm en el tercero. Gran parte se resuelven de manera espontánea.
- Hidronefrosis moderada: 7-10 mm en el segundo trimestre y de 9-15 mm en el tercero.
- Hidronefrosis severa: fetos con un DAP > 10 mm en el segundo trimestre y > 15 mm durante el tercero. Estos casos se asocian a una alta probabilidad de patología renal^{15, 46, 48, 49}.

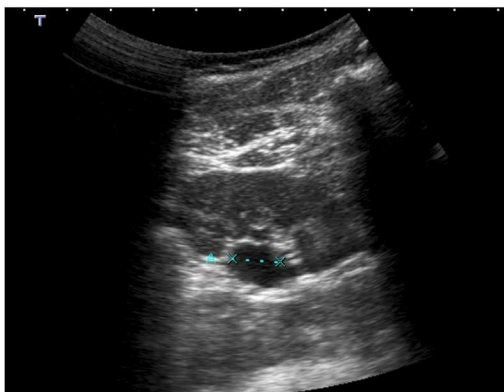


Figura 8. Medición del Diámetro Antero-Posterior de la Pelvis renal (DAP) en el plano transverso (punteado)

Grado	DAP Segundo trimestre (16- 27 semanas)	DAP Tercer trimestre (≥ 28 semanas)	Riesgo de uropatía (95% CI)
Leve	4-7 mm	7-9 mm	11.9% (4.5-28.0)
Moderado	7-10 mm	9-15 mm	45.1% (25,3-66.6)
Grave	> 10 mm	> 15 mm	88.3% (53.7%-98.0)

Tabla 1. Clasificación de la hidronefrosis en función de DAP ^{17,47}

- Clasificación de la hidronefrosis según la *Sociedad Fetal de Urología (SFU)*: La Sociedad Fetal de Urología en el año 1993 desarrolló unos criterios para el diagnóstico y gradación de la hidronefrosis fetal basado en la dilatación de la pelvis renal, número de cálices dilatados y aspecto del parénquima renal⁵⁰ (Figura 9).
 - o Grado 0: exploración normal. No dilatación de la pelvis renal.
 - o Grado I: dilatación de la pelvis renal sin otros hallazgos.
 - o Grado II: Dilatación moderada de la pelvis renal y visualización de algunos cálices.
 - o Grado III: Dilatación de la pelvis y de todos los cálices con parénquima renal normal.
 - o Grado IV: Apariencia similar al grado III y adelgazamiento del parénquima renal.

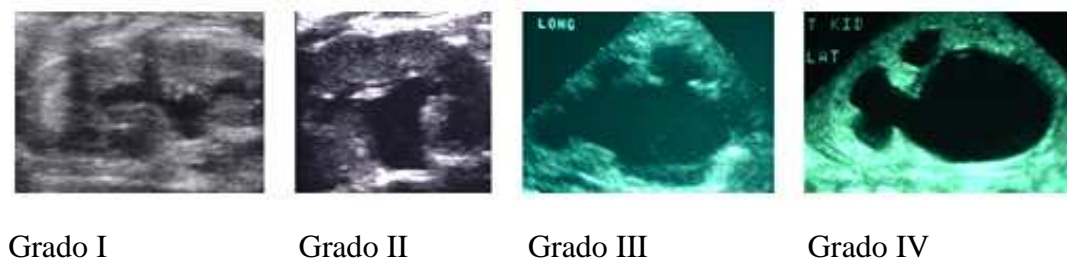


Figura 9. Grados de la SFU. Grado I: únicamente dilatación de la pelvis renal. Grado II: se aprecia además dilatación de algunos cálices renales. Grado III: dilatación de todos los cálices. Grado IV: adelgazamiento cortical.

- Sistema de clasificación según la *Dilatación del Tracto Urinario (DTU)*

Un grupo multidisciplinar formado por Radiólogos, Nefrólogos y Urólogos ha propuesto un sistema de clasificación pre y postnatal basándose en 6 hallazgos ecográficos: DAP pelvis, dilatación calicial, grosor del parénquima renal, apariencia del parénquima, anomalías vesicales y alteración ureteral. Se clasifican en función de la edad gestacional y si los datos son pre o postnatales. (A: antenatal, P: postnatal)^{51,52}. La severidad de los hallazgos se gradúa según un sistema numérico, donde el 1 es el más leve y 3 el más grave.

La clasificación prenatal es la siguiente: (ver Tabla 2 y Figura 9)

- Normal: DAP < 4 mm en el segundo trimestre (16-27 semanas de edad gestacional (EG)) o < 7 mm en el tercer trimestre (≥ 28 semanas EG). No dilatación de cálices renales y parénquima renal, uréteres y vejiga normales.
- A1: Aquellas unidades renales (UR) con un DAP de 4-7 mm en el segundo trimestre (16-27 semanas de edad gestacional) o un DAP de 7-10 en el tercer trimestre (≥ 28 semanas), sin dilatación calicial o únicamente con dilatación de cálices centrales con el parénquima renal y el resto del tracto urinario normal.
- A2-3: Unidades renales con: DAP ≥ 7 mm en el segundo trimestre, o ≥ 10 mm en el tercero, dilatación de cálices periféricos, alteración de la apariencia del parénquima o disminución de su espesor, dilatación ureteral o alteración vesical.

Hallazgos	Normal	DTU A1	DTU A2-3
DAP 16-27 sem EG	<4mm	4-7 mm	≥ 7mm
DAP ≥28 sem EG	<7mm	7-10mm	≥ 10mm
Dilatación cálices	No	No o centrales	Periféricos
Grosor parénquima renal	Normal	Normal	Anormal
Apariencia parénquima renal	Normal	Normal	Anormal
Uréteres	Normal	Normal	Anormal
Vejiga	Normal	Normal	Anormal

Tabla 2: Clasificación prenatal según la Dilatación del Tracto Urinario (DTU)⁵¹.

Las categorías postnatales son las siguientes: (ver Tabla 3)

- Normal: DAP < 10 mm. No dilatación calicial. Parénquima renal, uréteres y vejiga normales.
- P1: DAP: ≥ 10-15 mm y /o dilatación de cálices centrales. Resto normal.
- P2: DAP ≥ 15mm y/ o dilatación de cálices periféricos y/o dilatación ureteral. Resto normal.
- P3: DAP ≥ 10 mm. Adelgazamiento del parénquima o alteración de su apariencia (Figura 11) y/o alteración vesical. La dilatación calicial y ureteral, aunque suele estar presente en muchos casos, no es necesaria para ser clasificado como P3.

Hallazgos	Normal	DTU P1	DTU P2	DTU P3
DAP	< 10 mm	≥ 10- 15 mm	≥ 15 mm	≥ 10mm
Dilatación cálices	No	Centrales	Periféricos	Normal-Alterado
Grosor parénquima renal	Normal	Normal	Normal	Anormal
Apariencia parénquima renal	Normal	Normal	Normal	Anormal
Uréteres	Normal	Normal	Anormales	Normal-Alterado
Vejiga	Normal	Normal	Normal	Anormal

Tabla 3: Clasificación postnatal según la Dilatación del Tracto Urinario (DTU)⁵¹.

1.3.2.2. Epidemiología

La incidencia de HNP varía según los diferentes estudios entre un 0,6-4,5 % de las embarazadas. Esta variación se debe en parte al punto de corte establecida por los autores y a la atención prestada por el examinador al observar el tracto urinario^{53- 57}. Hay trabajos que muestran una mayor prevalencia en niños frente a niñas (1.8/1), hallazgo que es corroborado en otros estudios^{58- 61}. La afectación bilateral se presenta en un 20-40 % de los casos⁶².

1.3.2.3. Etiología

La hidronefrosis fetal puede ser secundaria a una dilatación transitoria del aparato urinario, a un problema obstructivo del tracto urinario inferior o superior, a causas no obstructivas como el RVU o a síndromes como el Prune-belly.

La hidronefrosis transitoria representa del 41-88 % de los casos y puede deberse según algunos autores a una estrechez transitoria de la unión uréterovesical en las primeras etapas del crecimiento fetal, que se resuelve con la maduración durante el embarazo^{49, 63}. Las HN leves, con un DAP < 6 mm en el segundo trimestre o < de 8 mm en el tercer trimestre se suelen asociar frecuentemente a transitoriedad y resolución postnatal.

Los trabajos publicados demuestran que el 90-97,5% de las hidronefrosis leves (según el DAP) y un 75-80% de las moderadas se resolvían espontáneamente postnatalmente^{65,68}. Según un estudio prospectivo⁶⁶ más del 90 % de las hidronefrosis grado I y las grado II se resolvían en una media de 12,7 y 18,1 meses respectivamente; el 75% de los grado III lo hacían en 21,4 meses y el 48% de las grado IV en una media de 18 meses. Si tenemos en cuenta el DAP, la mayoría de las hidronefrosis moderadas con un DAP entre 10 y 15 mm se resuelven en los primeros 18 meses de vida^{43, 67, 68}.

De los pacientes en los que persiste la hidronefrosis, la estenosis de la unión pieloureteral (EPU) es la causa más frecuente, seguida del RVU⁴⁹. La EPU aparece en porcentajes que oscilan, según distintos trabajos entre un 35-54% mientras que el RVU lo hace en un 25-27%^{0,69}. Otras causas de HN diagnosticadas prenatalmente menos frecuentes son: megauréter obstructivo (7,4%), válvulas de uretra posterior (5,9%), sistema renal dúplex (2,2%), ureterocele (0,4%), y displasia renal multiquística (10,7%)¹⁰.

Al igual que ocurría con la probabilidad de resolución espontánea, el grado de dilatación y el DAP también influyen en el riesgo de desarrollar patología renal. El 4,9% de los pacientes con HPN leve y el 17 % con moderada tendrá una EPU postnatal, mientras que si la hidronefrosis es grave la probabilidad aumenta al 54,3 %⁴⁹. Karnak I et al., muestra que todos los pacientes con HPN grado I y II se siguieron de manera conservadora sin precisar cirugía. De los grados III, un 8% fueron diagnosticados de EPU y tratados quirúrgicamente y los pacientes con grado IV el 100%²⁵.

1.3.2.4. Seguimiento durante el embarazo

Se recomienda que una vez identificada prenatalmente la HN (DAP > 4mm en el segundo trimestre o > 7 mm en el tercer trimestre) se controlen hasta el nacimiento. Actualmente no existe ningún protocolo de seguimiento. En general la frecuencia de ECOS prenatales dependerá de la severidad de los hallazgos, de la evolución de los mismos y de la patología de sospecha⁷⁰.

Durante la evaluación ecográfica aparte de la anatomía renal (dilatación de pielocalicial, corteza renal, diferenciación córtico-medular) se debe analizar la cantidad de líquido amniótico, el ciclo de llenado-vaciado de la vejiga urinaria, la uretra, los uréteres, quistes renales, presencia de líquido perirrenal y anomalías en otros órganos. En ocasiones se efectúa una resonancia nuclear magnética (RMN) para definir mejor el tracto urinario cuando los hallazgos ecográficos son dudosos^{71,72}.

No está demostrado que una inducción prematura del parto en aquellos pacientes con patología renal mejore el pronóstico de la misma. Incluso en los pacientes con sospecha prenatal de válvulas de uretra posterior (ureterohidronefrosis bilateral, vejiga engrosada, dilatación de uretra posterior) no está indicada la inducción. De todos modos, habrá casos especiales que requerirán una consideración especial y una valoración individualizada⁷³⁻⁷⁷.

El consenso que estableció la clasificación según la Dilatación del Tracto Urinario (DTU) recomienda que durante el seguimiento prenatal aquellos pacientes con bajo riesgo (DTU A1) sean controlados a partir de las 32 semanas de edad gestacional (EG) y aquellos de riesgo elevado (A2-3) un seguimiento a las 4 - 6 semanas^{51,52}.

1.3.2.5. Manejo postnatal

La evaluación postnatal es necesaria para identificar la patología urológica que puede producir daño renal, o complicaciones tales como ITUs, litiasis y dolor. La realización de pruebas de manera innecesaria a pacientes que no lo precisan supone estrés para la familia, gasto de recursos económicos, tiempo y exposición radiológica en algunos casos.

La ECO es la prueba diagnóstica más empleada en la evaluación postnatal, dado que no emite radiación pero solo ofrece una visión anatómica del TU (no funcional) y los hallazgos pueden verse alterados por el llenado vesical, la hidratación del paciente y la pericia del ecografista.

La clasificación ecográfica postnatal de la hidronefrosis es similar a la prenatal:

- *Clasificación en función del DAP*⁷⁸ :
 - Pelvis normal: <10 mm
 - Hidronefrosis moderada: 10-15 mm.
 - Hidronefrosis severa: >15 mm

- *Clasificación según SFU* (descrita anteriormente)

- *Clasificación según DTU*: tiene una clasificación postnatal que simula en parte a la prenatal (correlacionadas ambas en la Figura 10) y es la siguiente:
 - Normal: DAP<10 mm. No dilatación calicial. Parénquima renal, uréteres y vejiga normales.
 - P1: DAP: ≥10-15 mm y /o dilatación de cálices centrales. Resto normal.
 - P2: DAP≥15mm y/ o dilatación de cálices periféricos y/o dilatación ureteral. Resto normal.
 - P3: DAP≥10 mm. Adelgazamiento del parénquima renal o alteración de la apariencia del mismo y/o alteración vesical. La dilatación calicial y ureteral aunque suele estar presente en muchos casos no es necesaria para ser clasificado como P3 (Tabla 3) (Figura 11).

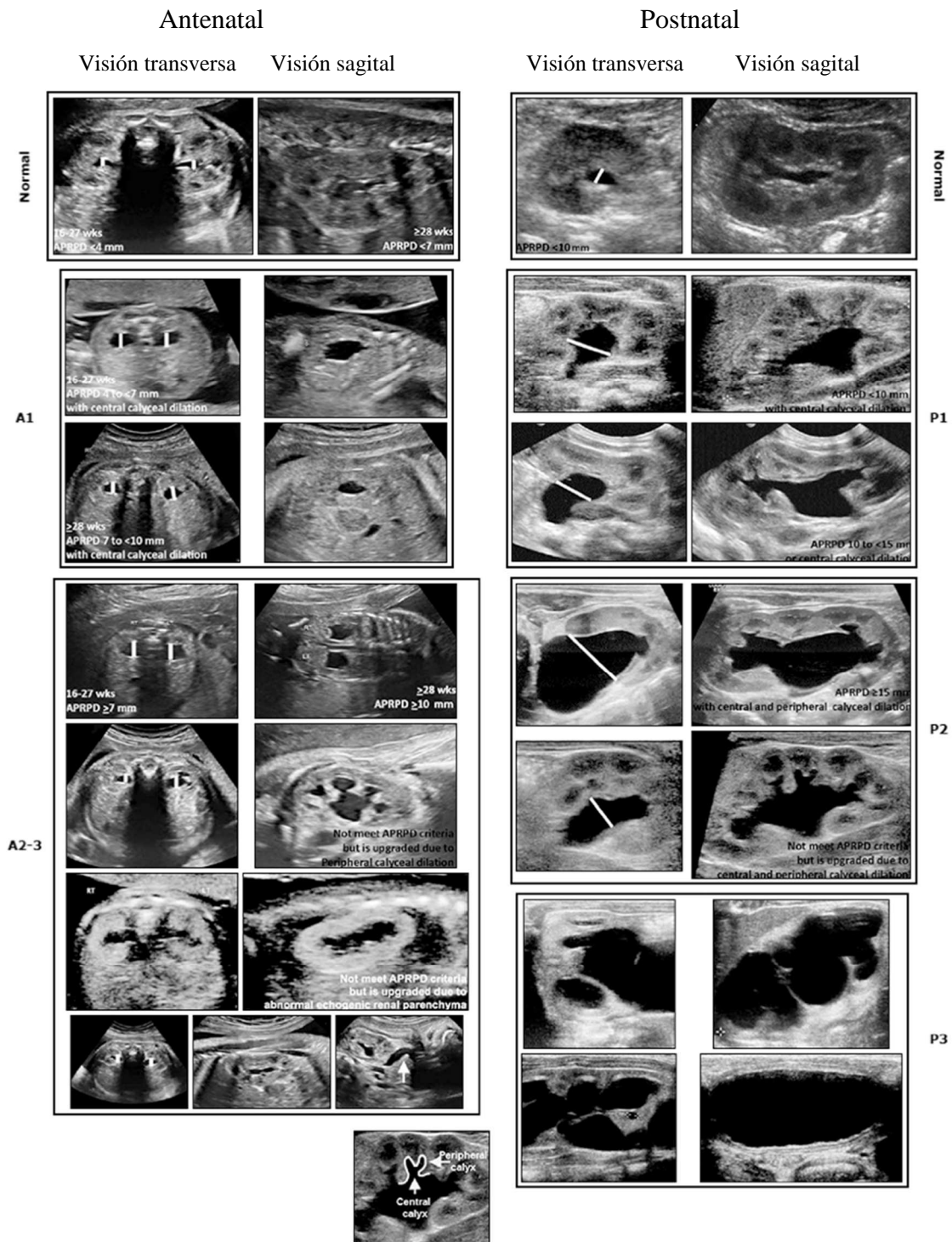


Figura 10. Clasificación DTU. Las imágenes muestran los distintos grados pre y postnatales.

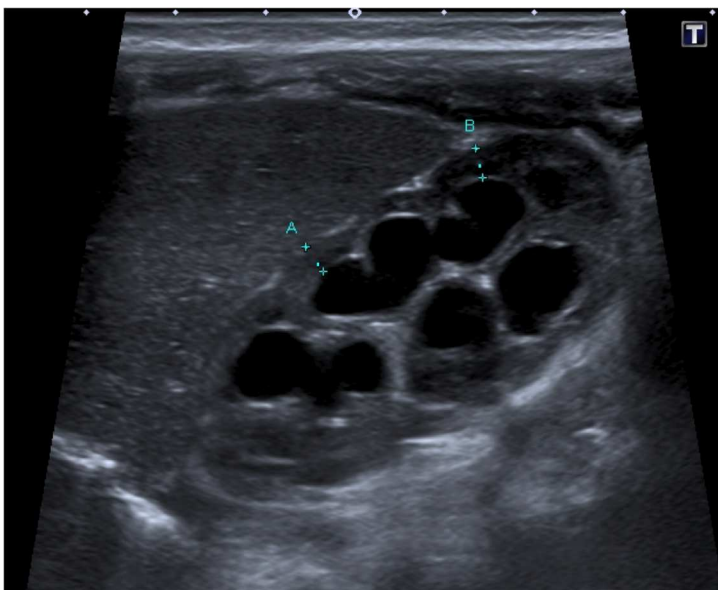


Figura 11. Medición de la corteza renal para valorar el grosor parenquimatoso (punteado)

Se recomienda realizar una ecografía postnatal en las primeras 48-72 tras el nacimiento en los casos de riñón único con grado IV, hidronefrosis bilateral grave (grado IV) y en los casos de sospecha de válvulas de uretra posterior¹⁷. En pacientes con una hidronefrosis prenatal (HNP) con un DAP ≥ 10 mm o un grado \geq II en el tercer trimestre se recomienda realizar un control en ECO postnatal a la semana de vida^{78,79}. En general se suele evitar la ECO en los primeros dos o tres días después del nacimiento, ya que se puede infravalorar el grado de hidronefrosis y aumentar los falsos negativos por la deshidratación fisiológica y la disminución del filtrado glomerular que ocurre en ese periodo⁸⁰. En aquellos pacientes que presentan una hidronefrosis grado I o II se efectúa una nueva ECO a los tres meses. En los grados III y IV, cuando hay un DP ≥ 15 mm o en casos de sospecha de megauréter obstructivo se lleva a cabo un renograma diurético con mercapto-acetil triglicina (MAG-3) para descartar obstrucción y valorar función renal⁸¹. Tanto la ecografía como el renograma son evaluados a la hora de decidir si el paciente requiere intervención quirúrgica. Los autores que abogan por la clasificación DTU recomiendan un control ecográfico postnatal a partir de las 48 de vida. Según el resultado de dicha ecografía se decide repetir el control al mes (P3), entre 1 y 3 meses (P2) o entre 1-6 meses (P1) y hacer las pruebas complementarias que precisen.

La cistografía miccional (CUMS) se emplea para descartar RVU y válvulas de uretra posterior. Se efectúa en los casos de hidronefrosis bilateral, ureterocele, ureterohidronefrosis, pared vesical engrosada y dilatación de uretra prostática. Si la sospecha es de obstrucción del tracto inferior (pared vesical engrosada, ureterohidronefrosis bilateral y dilatación de uretra prostática) se realiza en primera semana de vida. Cuando se trata de descartar RVU se retrasa a los 1-3 meses de vida⁷⁰. Podemos ver un protocolo orientativo sobre las pruebas a efectuar en la hidronefrosis en la figura 12.

La ECO postnatal de los pacientes diagnosticados de HNP puede ser normal en el 21-28%⁸². Algunos autores han demostrado que una única ECO postnatal normal no es suficiente para determinar ausencia de patología. La incidencia de recurrencia de hidronefrosis después de una ECO normal es del 15% en todos los grados de hidronefrosis^{83,84}. Por ello, teniendo en cuenta que el riesgo de la exploración ecográfica es mínimo y las consecuencias de un falso negativo son altas dichos autores prefieren repetir la ecografía a todos los pacientes para confirmar la resolución de la hidronefrosis⁸⁵. Por lo tanto si la ecografía realizada entre los 2-7 días del nacimiento es normal repiten el estudio a los 6 meses. Por otro lado hay trabajos que demuestran que no es necesario repetir estudios a aquellos pacientes con una ECO postnatal normal (DAP < 10 mm, sin dilatación calicial y ureteral, sin displasia y sin otras anomalías)¹⁶.

En casos concretos puede ser necesario definir la anatomía y se puede emplear una urografía mediante RMN principalmente en casos de obstrucción de la unión pieloureteral en riñones con anomalías de la rotación, del ascenso o riñones únicos^{86, 87}. El problema de la UroRMN es que requiere generalmente anestesia general y el contraste que se usa habitualmente es el gadolinio que requiere una función renal normal.

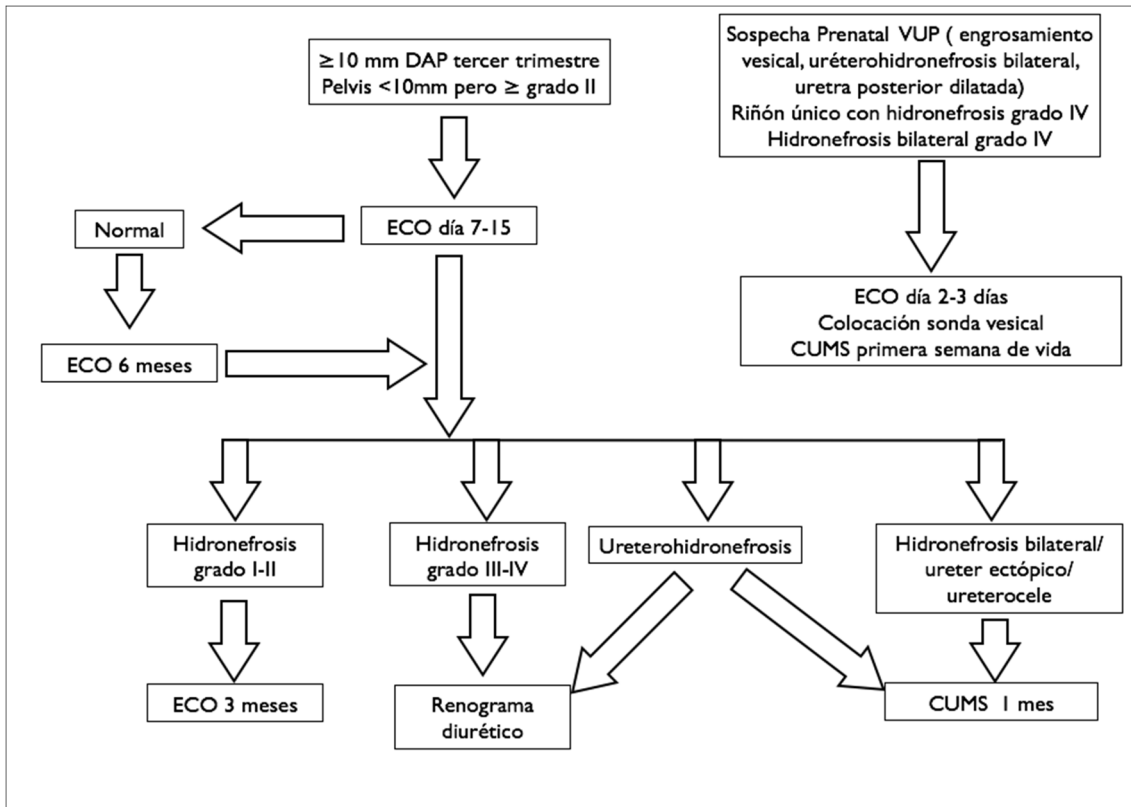


Figura 12: Algoritmo de manejo postnatal de la hidronefrosis prenatal

1.4. Estenosis de la unión pieloureteral

1.4.1. Etiopatogenia

La estenosis de la unión pieloureteral (EPU) es la causa más frecuente de obstrucción en el TU superior. Se puede definir como aquella situación en la que existe una restricción al flujo de orina desde la pelvis renal hacia el uréter, produciendo en consecuencia dilatación de los cálices y la pelvis renal y si no es tratada, un deterioro renal progresivo. La incidencia de HN es de 1-1,4% en recién nacidos, pero como ya se ha comentado anteriormente, la mayoría de los casos se resuelven espontáneamente y la incidencia de diagnóstico de EPU baja al 0,2-0,4%^{88,89} (Figura 13).

Se presenta con más frecuencia en niños que en niñas y el lado más comúnmente afecto es el izquierdo y un 10% son bilaterales⁸⁸.

Los factores etiológicos pueden ser *intrínsecos*, *extrínsecos* o *funcionales*^{90,91}:

- Factores *intrínsecos*: la ausencia de recanalización del uréter en formación y una incompleta maduración en un área localizada del sistema excretor sumado a una alteración en las fibras musculares y el colágeno celular circundante en la zona de la unión pieloureteral impedirían una correcta transmisión de la onda peristáltica de la pelvis al uréter. Otras causas intrínsecas son pliegues valvulares, pólipos y persistencia de circunvoluciones del uréter fetal (Figura 14).
- Factores *extrínsecos*: Ocurre en un 10 % de los casos y la causa más frecuente de compromiso extrínseco la constituye la presencia de un vaso aberrante o accesorio sobre la unión pieloureteral (UPU). La obstrucción podría ser por causa mecánica aunque hay estudios que certifican anomalías intrínsecas coexistentes con el vaso polar aberrante.
- Factores *funcionales*: en ocasiones existe una descoordinación en la onda peristáltica que se transmite desde la pelvis al uréter. Factores *secundarios* podrían ser por acodaduras a nivel de la UPU en RVU severos.

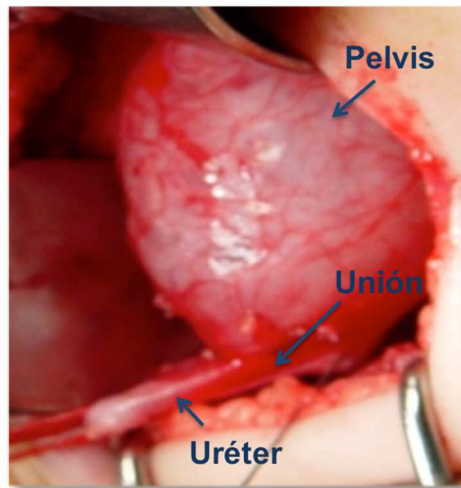


Figura 13: Aspecto de la pelvis renal dilatada en una EPU en el momento de la intervención quirúrgica



Figura 14: Pólipos intramurales (flechas) causantes de obstrucción intrínseca de la unión pieloureteral.

1.4.2. Diagnóstico

Actualmente la mayoría de los casos se diagnostican prenatalmente como hidronefrosis. Si no es detectada intraútero se puede manifestar en niños como masa abdominal palpable, ITU, hematuria o molestias gastrointestinales^{62,92,93}. En niños pequeños es más frecuente un dolor abdominal generalizado, mientras que en mayores predomina el dolor en flanco, que puede aumentar con las diuresis (síndrome de Dietle). De las masas abdominales en niños menores de un año el 50% son de origen renal y el 40% de ellas son secundarias a EPU.

El diagnóstico de sospecha de la mayoría de los casos de EPU se realiza mediante la detección de la hidronefrosis en la ecografía prenatal. Hay que distinguirla de otras causas de HNP como puede ser la hidronefrosis transitoria, el megauréter obstructivo congénito o el RVU. En los niños mayores con dolor abdominal se puede hacer el estudio ecográfico durante el episodio de dolor para confirmar la presencia de hidronefrosis ya que puede que el paciente cuando se encuentra asintomático tenga una ECO normal.

Si en la ECO se ve dilatación ureteral se realiza una CUMS para descartar reflujo vésico-ureteral (RVU).

En los casos en los de HN grado II o inferior se controla con ECO a los 6 meses y al año y en las hidronefrosis grado III o superior y si la pelvis es mayor de 15 mm hay que pedir un renograma isotópico diurético para descartar obstrucción. Generalmente se emplea el isótopo MAG-3 que es captado por el parénquima renal, es filtrado por la membrana basal glomerular hacia los túbulos renales y excretado hacia la pelvis renal y desde ahí hacia el resto del TU. Esta prueba tiene dos fases:

- Fase inicial (fase glomerular): El radioisótopo es inyectado y captado por el parénquima renal (cortical) durante los primeros dos o tres minutos del estudio. En este momento se puede calcular la contribución de cada riñón a la función global y se determina la función renal diferencial (FRD) de cada uno de ellos.
- Segunda fase (fase tubular) Una vez excretado por los túbulos a la pelvis, ésta se llena y se contrae para vaciar su contenido. Una vez alcanzado el pico máximo de captación en la pelvis se administra furosemida intravenosa y se

mide la excreción del radiofármaco desde el riñón hacia el resto del TU. En riñones normales hay un lavado rápido del fármaco. En un sistema renal dilatado si el lavado ocurre en menos de 15 minutos se considera que no hay obstrucción y si tarda más de 20 se interpreta como obstrucción. Si el periodo de tiempo es entre 15-20 minutos se considera indeterminado o dudoso. Para obtener estos datos se calculan las curvas de actividad tiempo generadas sobre regiones de interés dibujadas sobre riñones, vejiga y fondo. Se distinguen cuatro patrones de curvas descritos por O'Reilly et al.⁹⁴⁻⁹⁶ (Figura 15).

- Tipo I : Eliminación normal
- Tipo II: Obstrucción
- Tipo IIIa: Ectasia no obstructiva
- Tipo IIIb: Ectasia con obstrucción dudosa

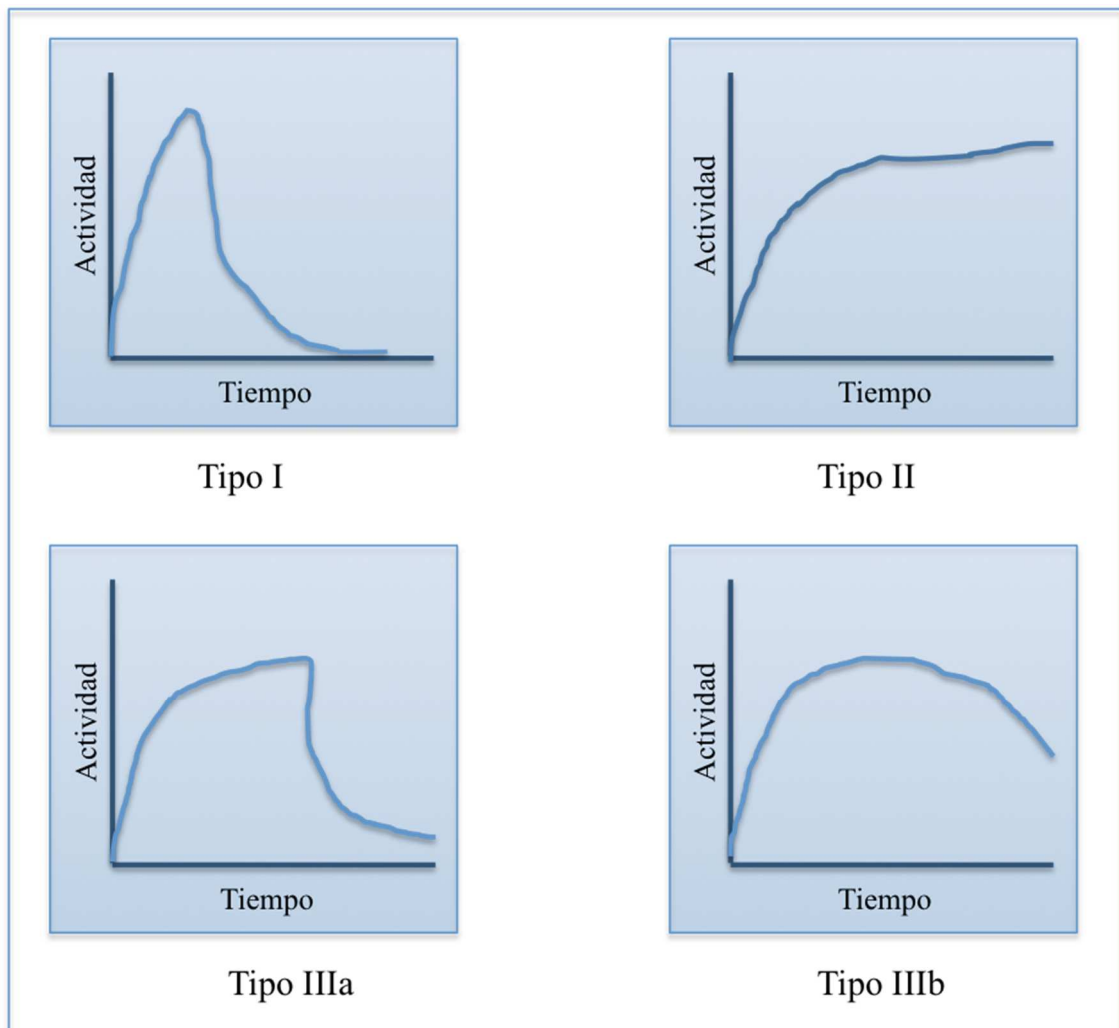


Figura 15: Patrones de eliminación del radiotrazador descritos por O'Reilly⁹⁴⁻⁹⁶.

El renograma se realiza a partir de las 6 semanas para obtener unos resultados más fiables debido a la inmadurez renal durante el primer mes de vida. El renograma puede verse afectado por la hidratación del paciente, por la presión vesical si el catéter vesical no funciona o no se ha puesto y el paciente no orina, y por la actividad de fondo del hígado y el bazo⁹⁷. En los casos de eliminación dudosa (tiempo de lavado de entre 15–20 minutos) se pueden solicitar otras pruebas diagnósticas como la RMN o el TAC helicoidal para descartar vasos polares⁹⁸⁻¹⁰⁰ (Figura 16).

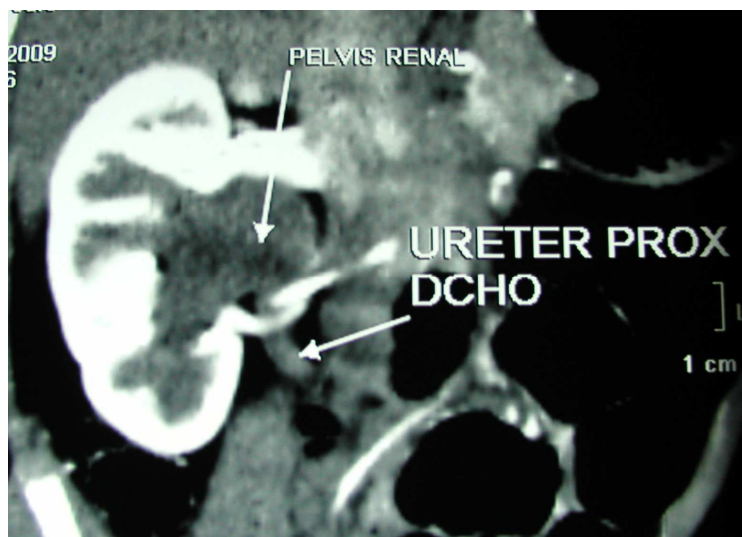


Figura 16. TAC helicoidal que muestra un vaso polar inferior aberrante como causa de la EPU.

1.4.3. Tratamiento

Según la mayoría de los autores, los pacientes con una hidronefrosis moderada o severa y un patrón de eliminación obstructivo deben ser tratados mediante cirugía¹⁰¹. Se opta por esta actitud para preservar la función y evitar el deterioro renal con la obstrucción. Otros autores prefieren intervenir solo aquellos con función renal diferencial (FRD) menor del 40% independientemente de que haya un patrón obstructivo de eliminación. El seguimiento posterior al tratamiento se efectúa con ECO y renograma-MAG 3 seriados^{101, 102}.

La técnica quirúrgica más estandarizada y de referencia para el tratamiento de la EPU es la pieloplastia desmembrada de Anderson-Hynes que presenta unas tasas de éxito del 90-95%⁶². Esta técnica consiste en la resección total de la zona estenótica en la UPU y posterior reanastomosis de la pelvis renal con o sin reducción de la misma y con el uréter previamente espatulado (Figura 17) Esta técnica se puede efectuar mediante abordaje abierto convencional o con técnicas menos invasivas como la laparoscopia o la robótica (Figura 18) Si la causa son unos vasos polares aberrantes se corrige la unión pieloureteral dejando los vasos normo-posicionados anatómicamente, es decir, posteriores a la UPU. También está descrito la movilización de los vasos polares y su sutura más proximal en la pelvis para liberar la UPU de su compresión¹⁰³ (Figura 19).

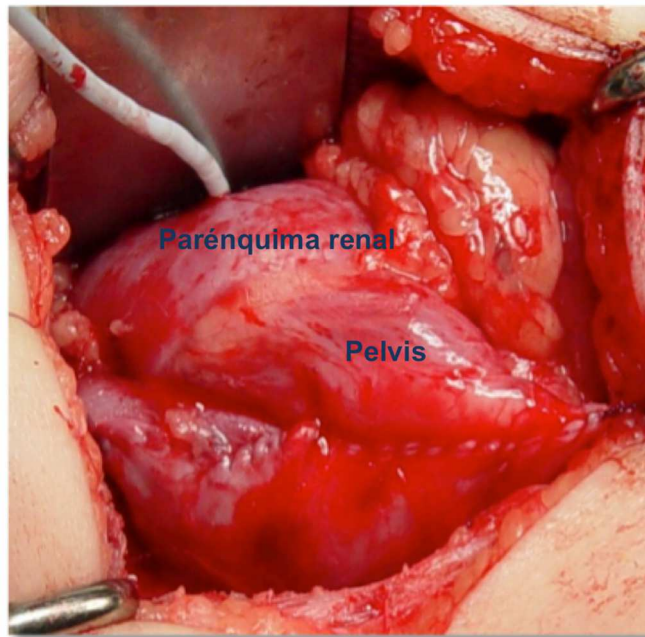


Figura 17. Pieloplastia según la técnica de Anderson-Hynes con la sutura entre la pelvis renal y el uréter finalizada.

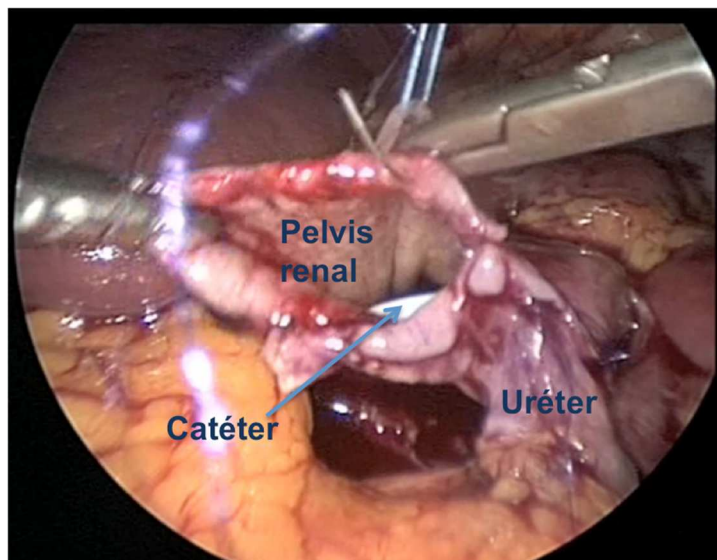


Figura 18. Corrección de una EPU mediante laparoscopia. Momento de la sutura intracorpórea de la pelvis renal al uréter. Se observa catéter (flecha) en el interior de la pelvis renal.

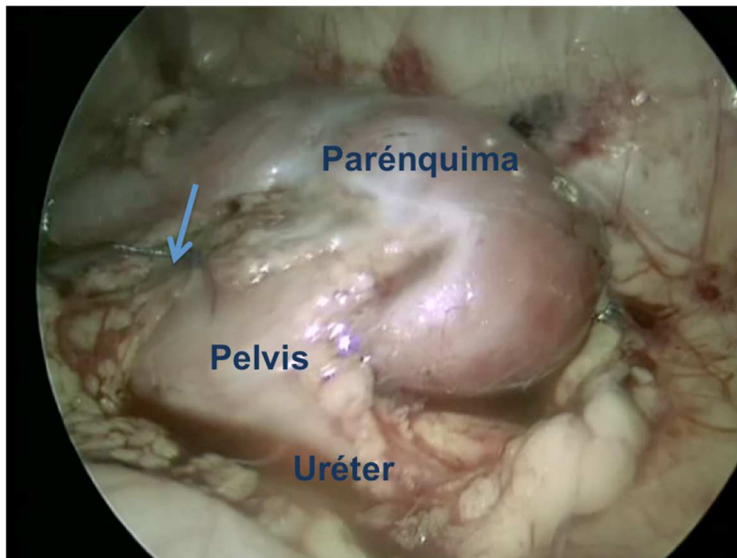


Figura 19. Unión pieloureteral libre de vasos tras movilizarlos hacia una posición proximal (flecha) mediante laparoscopia. Previamente estaban situados en la unión pieloureteral produciendo obstrucción.

También se han descrito otras técnicas endourológicas para su reparación como la dilatación con balones de alta presión o la endopielotomía (Figura 20)¹⁰⁴⁻¹⁰⁵.

Habitualmente se realiza un control ecográfico a los tres meses de la intervención y un renograma diurético a los 6 meses. La mejoría ecográfica alcanza su máximo a los 6 meses de la intervención. El renograma efectuado antes de los 6 meses aportará datos reales sobre la FRD, pero no respecto a la curva de vaciado que puede prestarse a confusión.



Figura 20. Visión endoscópica de la unión pieloureteral seccionada endoscópicamente (endopielotomía)

2. Hipótesis de trabajo y Objetivos

2.1 Antecedentes previos

Con el incremento del empleo de los ultrasonidos como método de evaluación prenatal durante la década de los años 80, la hidronefrosis comenzó a diagnosticarse durante el periodo fetal, detectándose en el 1-5 % de las embarazadas¹⁰⁶⁻¹⁰⁹.

La mayoría de estas HNP se resuelven de manera espontánea durante el embarazo o en los primeros meses postnatales. La incidencia de esta hidronefrosis transitoria varía del 41-88%^{20,110,111} según diferentes series. La patogenia está relacionada con un estrechamiento, pliegues o codos de la UPU que aparecen en etapas iniciales del desarrollo y que posteriormente desaparecen¹⁷. Saber distinguir entre la hidronefrosis transitoria y EPU es una de las controversias importantes dentro de la Urología Pediátrica. El hallazgo de HNP sin dilatación ureteral y generalmente unilateral es altamente sugestivo de EPU. Su incidencia en pacientes con HP varía del 10-30%³ Por ello, sería importante poder distinguir aquellos pacientes que tienen un alto riesgo de EPU de aquellos en los que la HP es una alteración transitoria.

Uno de los parámetros más empleados para el diagnóstico es el diámetro anteroposterior de la pelvis renal (DAP) medido por ECO, consistente en la medición de la pelvis renal en el plano transversal. Aunque no hay un valor de DAP que pueda definir la HP como normal o anormal, basándonos en el trabajo de Corteville²² y posteriormente apoyado por otros autores¹¹²⁻¹¹⁵ un DAP > 4 mm en las 33 semanas de edad gestacional (EG) o > 7 mm en la semana 40 de EG tiene una sensibilidad del 100% en la detección de aquellos pacientes que tendrán una función renal anormal y/o aquellos que requerirán intervención postnatal. Pero hay factores que influyen en el valor del DAP como la edad gestacional, hidratación de la madre y el grado de distensión vesical^{38, 50,116-119}. Dado que el DAP normalmente aumenta con la EG, la mayoría de los autores ajustan los límites en función del trimestre de EG y actualmente no hay un consenso sobre el límite a partir del cual los pacientes requieren un seguimiento postnatal.

También hay correlación entre los grados más severos de HP, definidos según la Sociedad Fetal de Urología, y la patología postnatal que requiere intervención quirúrgica, siendo más frecuente en los grados altos de hidronefrosis (III y IV)¹²⁰. Esta correlación también se muestra en la nueva clasificación de hidronefrosis denominada

DTU, que divide a los pacientes según el riesgo de desarrollo de patología postnatal en A1 (bajo riesgo) y A2-3 (alto riesgo) si se clasifican antenatal y P1 (bajo riesgo), P2 (riesgo moderado) y P3 (alto riesgo) si lo hace postnatal^{50,51}.

El momento del diagnóstico de la HP tiene un importante valor pronóstico, por lo que aquellos diagnosticados durante el primer trimestre tienen peor evolución y los diagnosticados durante el segundo presentan un pronóstico más favorable, resolviéndose la mayoría (> 80%). Por el contrario aquellos diagnosticados durante el tercer trimestre de EG tienen tasas más elevadas de patología postnatal que requiere intervención quirúrgica¹⁹.

Es necesario saber por tanto qué pacientes con HP deben ser seguidos en el periodo postnatal y con qué métodos diagnósticos.

Si pudiésemos definir más claramente aquellas variables que implican una mayor probabilidad de diagnóstico de EPU postnatal podríamos evitar la realización de pruebas de manera innecesaria a pacientes que no lo precisan. Por ello con el análisis de distintas variables ecográficas prenatales intentaremos definir cuales tienen importancia pronóstica y a partir de qué parámetros deben ser tomadas en consideración para el diagnóstico postnatal de EPU.

2.2 Hipótesis

Queremos demostrar las siguientes hipótesis:

- Si los pacientes con mayor DAP asociado a una afectación de la anatomía y particularmente de corteza renal prenatal tienen mayor probabilidad de EPU en el periodo postnatal.
- Si existe una correlación entre los grados más severos de hidronefrosis y la patología postnatal que requiere intervención quirúrgica.
- Si la función renal postnatal está relacionada con el momento del diagnóstico de la adelgazamiento cortical, siendo peor en aquellos pacientes en los que se detecta antes.

2.3. Enumeración de los objetivos

2.3.1 *Objetivos principales*

- Analizar qué parámetros ecográficos prenatales se asocian a diagnóstico de EPU.
- Valorar la relación existente entre la función renal postnatal y el diámetro anteroposterior de la pelvis, grado de hidronefrosis y adelgazamiento de la corteza prenatal en los casos de EPU.

2.3.2 *Objetivos secundarios*

- Estudiar si el momento del diagnóstico de la HNP está asociado al desarrollo de EPU.
- Conocer si el momento de la detección prenatal de adelgazamiento cortical influye en la función renal postnatal.
- Si la resolución de la hidronefrosis durante el embarazo y/o en las ECO postnatales se relaciona con la uni/bilateralidad, DAP y grado de hidronefrosis.

- Saber si el grado de hidronefrosis y el momento de diagnóstico prenatal influye en la recuperación de la función postoperatoria de los pacientes que fueron intervenidos por EPU.
- Discriminar si el aumento muy llamativo de la pelvis renal sirve para amortiguar y disminuir el daño en el parénquima renal postnatal.
- Con el conocimiento de los factores pronósticos de patología postnatal intentar establecer un protocolo de seguimiento de la HP.
- Evaluar el sistema de clasificación de la hidronefrosis DTU para el diagnóstico postnatal de EPU.

3. Material y métodos

3.1 Selección de pacientes

Hemos analizado de manera retrospectiva la cohorte de los pacientes con diagnóstico prenatal de HN en el periodo comprendido entre los años 2003 y 2013. Los datos prenatales se han obtenido de la Unidad de Medicina Fetal del Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital 12 de Octubre. Hemos encontrado 198 pacientes con 232 unidades renales y se han rechazado de todos ellos aquellos pacientes de los que no se pudieron obtener datos postnatales y también aquellos con:

- Fetos con otras malformaciones.
- Éxitus pre o postnatales.
- Dilatación ureteral.
- Duplicidad renal.
- Ectopia ureteral
- Displasia quística renal.
- Anomalías anatómicas o funcionales del tracto urinario inferior.
- Aquellos casos diagnosticados postnatalmente como reflujo vésico ureteral y megauréter obstructivo.

Una vez excluido los casos referenciados anteriormente han quedado para analizar 103 pacientes con 151 Unidades Renales con hidronefrosis. En todos ellos se han podido obtener los datos necesarios para analizar las variables a estudiar. Los datos postnatales se han obtenido del Servicio de Radiología, Servicio de Medicina Nuclear y Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital 12 de Octubre.

3.2 Diagnóstico prenatal

3.2.1 Ecografía prenatal

Se obtuvieron datos de las ECO prenatales efectuadas a las madres de los pacientes afectos. Se ha descartado la ECO del **primer trimestre** por no proporcionar datos sobre la arquitectura renal.

Las siguientes ECO realizadas a los fetos se han clasificado de la siguiente manera:

- **Ecografía 1:** entre las semanas **20-27** de gestación
- **Ecografía 2:** entre las semanas **28-31** de gestación
- **Ecografía 3:** entre las semanas **32-36** de gestación

Evaluación prenatal del tracto urinario

En la ECO prenatal se evaluó: parénquima renal, ecogenicidad del mismo, pérdida de diferenciación córtico- medular, diámetro anteroposterior de la pelvis renal (DAP), presencia de quistes, tamaño renal y lateralidad. Se determinó si existía dilatación ureteral, tamaño y grosor vesical. Así mismo se observó el aspecto de la uretra posterior y los ciclos de llenado y vaciado vesical. También se evaluaron otros parámetros como: volumen del líquido amniótico, urinomas, ascitis, genitales, desarrollo fetal y evidentemente otras posibles anomalías no relacionadas con el tracto urinario.

Definición de hidronefrosis

Se siguió la clasificación expresada en la tabla 1.

Se estableció como punto de corte el establecido por *Corteville*²² según el cual se considera hidronefrosis un DAP mayor o igual a 4 mm antes de la semana 33 o mayor de 7 mm después de la 33.

Grados de hidronefrosis

Los grados de hidronefrosis se establecieron según la clasificación de la Sociedad Fetal de Urología (SFU)⁵⁰. Se consideró Grado I: la dilatación exclusivamente de la pelvis renal, grado II: dilatación de pelvis renal y cálices renales visibles pero sin perder su morfología, Grado III: dilatación de pelvis renal y todos los cálices dilatados con morfología alterada y Grado IV: cuando aparece la corteza renal adelgazada (ver tabla 4).

Grado	Características
0	Sin dilatación
I	Dilatación de pelvis renal (≥ 4 mm antes de la semana 33 o > 7 mm después de la 33)
II	Pelvis renal y algunos cálices dilatados
III	Pelvis renal y todos los cálices dilatados
IV	Grado III y corteza adelgazada

Tabla 4: Clasificación en grados según la Sociedad Fetal de Urología

En el parénquima renal se presta atención a la presencia de quistes, pérdida de la forma reniforme, o al aumento de la ecogenicidad como signos de afectación parenquimatosa. Se considera adelgazamiento cortical una disminución del parénquima por debajo de 3,5 mm.

Los pacientes también se clasificaron según la Clasificación DTU (Dilatación del Tracto Urinario)^{51,52,121} descrita anteriormente y que se puede observar en la tabla 2.

3.3 Pruebas postnatales

3.3.1 Ecografía postnatal

Se ha efectuado ECO postnatal a todos los pacientes que tenían algún grado de hidronefrosis en la última ECO prenatal (ECO 3).

Las ecografías postnatales que se han realizado son las siguientes:

- **Ecografía Postnatal 1:** esta ECO engloba aquella realizada alrededor del **primer mes de vida**.
- **Ecografía Postnatal 2:** ECO alrededor del **año de vida**. Se hace a aquellos pacientes en los que no se ha resuelto la hidronefrosis en la ecografía Postnatal 1 (hidronefrosis \geq II).

Evaluación del tracto urológico

Los parámetros que se han analizado durante la ECO postnatal son los mismos que en la ECO prenatal, es decir: parénquima renal, ecogenicidad del mismo, presencia de quistes, pérdida de diferenciación córtico- medular, diámetro anteroposterior de la pelvis renal (DAP), tamaño renal y lateralidad. Se descartó dilatación ureteral y el tracto urinario inferior se evaluó observando el tamaño vesical, grosor de la pared vesical, dilatación de uretra posterior y residuo postmiccional. También se evaluaron otros parámetros como genitales internos en las niñas y se descartaron otras posibles anomalías no relacionadas con el aparato urinario.

Definición de hidronefrosis. Grados

El DAP fue medido en sentido transversal a nivel del seno renal y se definió hidronefrosis con un DAP \geq 10 mm.

Los grados de hidronefrosis se clasificaron de la misma manera que en la ecografía prenatal, según la Clasificación de la Sociedad Fetal de Urología (SFU) y la Clasificación DTU⁵⁰⁻⁵².

Los grados establecidos según la SFU son los mismos que en la evaluación prenatal, sin embargo los grados de la DTU postnatal son distintos a los grados antenatales según se describió anteriormente y que se puede observar en la tabla 3.

3.3.2 Renograma diurético MAG-3

Indicación

Para descartar obstrucción y diferenciar los pacientes con estenosis de la unión pieloureteral (EPU) de los que presentaban una dilatación sin obstrucción se realizó un renograma diurético con MAG-3 (99m Tc- mercaptoacetiltriglicina).

Esta prueba se efectuó a aquellos casos con **hidronefrosis grado III o IV** en la primera ecografía postnatal (ECO postnatal 1).

Técnica

El radiotrazador empleado fue la 99mTc -mercaptoacetiltriglicina, administrándose una dosis intravenosa en embolada de 1,85 MBq (50 µCi) por kg de peso con una dosis mínima de 37 MBq (1 mCi). El diurético que se administró fue furosemida intravenosa a la dosis de 1 mg/kg al inicio del estudio. Si los pacientes no realizaron micción durante el estudio se les sondó para vaciar la vejiga y así no interferir en el vaciamiento renal.

La función renal diferencial (FRD), es decir el porcentaje de función relativa de cada riñón se determinó mediante el porcentaje que le corresponde a cada riñón de la suma de actividad de ambos riñones entre los 30-180 segundos. Se consideró normal con valores entre 45-54%^{16,17}.

Se calcularon las curvas de actividad tiempo generadas sobre regiones de interés dibujadas sobre riñones, vejiga y fondo. Se diferenciaron los cuatro patrones de curvas descritos por O'Reilly et al.⁹⁴⁻⁹⁶ (Figura 15).

- Tipo I : Eliminación normal
- Tipo II: Obstrucción
- Tipo IIIa: Ectasia no obstructiva
- Tipo IIIb: Ectasia con obstrucción dudosa

Aquellos casos con un tiempo de eliminación medio (tiempo que tarda en desaparecer la mitad de la actividad inyectada) superior a 20 minutos fue considerado como obstructivo, los inferiores a 10 minutos como normales y aquellos con un tiempo entre 10 y 20 minutos como dudoso.

Diagnóstico de Estenosis de la Unión Pieloureteral (EPU)

Aquellos pacientes con una curva tipo II o con un tiempo de eliminación medio mayor a 20 minutos fueron considerados como ectasia obstructiva y por lo tanto diagnosticados como EPU.

3.4 Intervención quirúrgica

Los casos diagnosticados de estenosis de la unión pieloureteral (EPU) se intervinieron quirúrgicamente.

La técnica quirúrgica empleada fue la *pieloplastia desmembrada de Anderson-Hynes*. La intervención consiste en la disección de la región de la unión pieloureteral del riñón afecto y posteriormente la sección de la misma. Finalmente se sutura el uréter previamente espatulado con la pelvis mediante sutura continua con Copolímero de Poliglactina de 6/0. La sutura se efectúa sobre un catéter doble J con prolongador externo. El prolongador externo se exterioriza por la piel y la J proximal del catéter se sitúa en pelvis y la J distal en vejiga. El catéter se retira a las tres semanas en la consulta traccionando del prolongador externo (figura 21).

Los pacientes intervenidos se controlaron a los 6 meses con una nueva ECO y un renograma diurético. En este renograma postoperatorio se midieron nuevamente los parámetros evaluados preoperatoriamente (FRD y eliminación).

En los pacientes con una función renal diferencial (FRD) menor del 10% se efectuó nefrectomía por mala función renal.

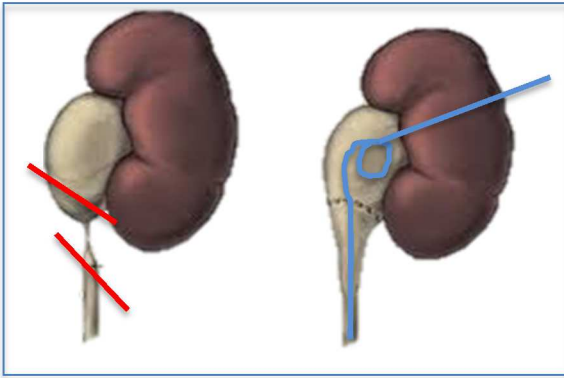


Figura 21: Pieloplastia desmembrada según la técnica de Anderson-Hynes con catéter doble J con prolongador externo.

3.5 Análisis estadístico

Los datos se han procesado informáticamente mediante una base de datos Microsoft Excel, importada posteriormente para el tratamiento Estadístico y analizados por el software R versión 4.1.

En el estudio se empleó la media y la desviación estándar para variables continuas, y recuentos y porcentajes para variables categóricas. Las diferencias entre los grupos considerados se probaron mediante una prueba no paramétrica, Wilcoxon, para variables continuas y el test de Fisher en el caso de variables categóricas.

Se empleó el test de Student (test) para muestras emparejadas (apareadas dependientes).

Mediante las curvas ROC se hallaron los puntos de corte para maximizar la sensibilidad y especificidad, es decir, estimar la capacidad que tiene una variable para detectar la patología en sujetos afectos y cuyo valor aumenta conforme disminuye la prevalencia de la enfermedad.

Se ha considerado un valor estadísticamente significativo de $p < 0,05$.

4. Resultados

4.1 Descripción de la muestra. Datos generales

4.1.1 Lateralidad

De los 151 casos de hidronefrosis, 72 fueron del lado derecho (47,7%) y 79 del lado izquierdo (52,3%) (Figura 22) 57 se clasificaron como unilaterales (37,7%) y 94 como bilaterales (62,2%) (Figura 23).

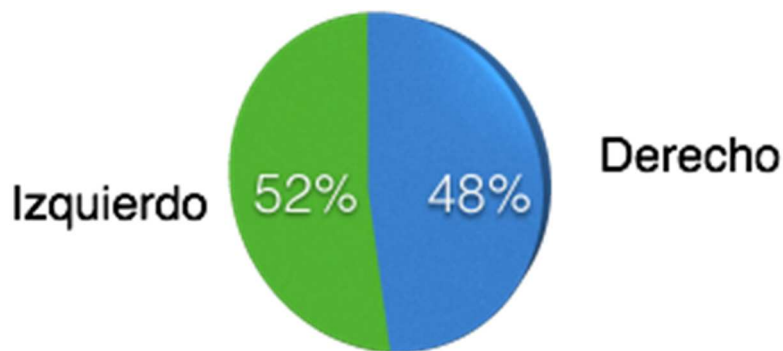


Figura 22. Distribución de la hidronefrosis según el lado afecto

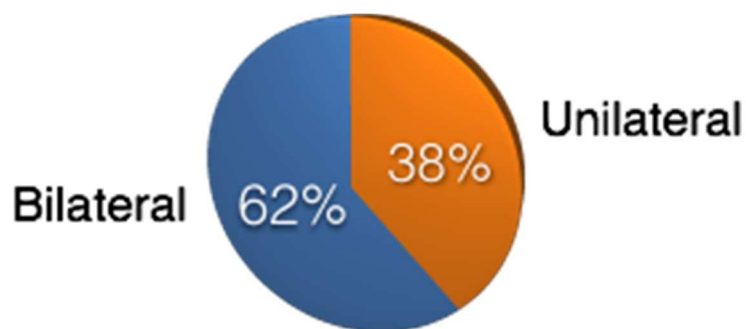


Figura 23. Distribución de hidronefrosis según afectación unilateral o bilateral

4.1.2 Grados

4.1.2.1 Grados de dilatación en la ECO según la Sociedad Fetal de Urología (SFU)

Los pacientes clasificados según la SFU mostraron los siguientes grados:

- En la **ECO prenatal 1** la distribución por grados fue la siguiente: grado I: 90 casos (59,6%), grado II: 13 (8,6%), grado III: 10 (6,6%), grado IV: 9 (5,9%) y sin HN: 29 (19,2%). En esta ecografía se distinguieron por tanto 9 casos con la cortical adelgazada (5,9%) y 142 con ella normal (94%) (Figura 24).

- En la **ECO prenatal 2**, hubo 87 casos con hidronefrosis grado I (57,6%), 19 grado II (12,58%), 14 grado III (9,2%) y 18 grado IV (11,9%). 13 unidades renales no presentaron dilatación (8,6%). En 17 casos la cortical estaba adelgazada (11,2%) y en 134 normal (88,7%). (Figura 25).

- En la **ECO prenatal 3** en 42 casos no había hidronefrosis (27, 8%). En 51 fue grado I (33,7%), en 17 (11,2%) grado II, en 17 grado III (11,2%) y en 24 grado IV (15,9%). En 127 casos (84,1%) la cortical estaba adelgazada y en 24 normal (15,9%). (Figura 26).

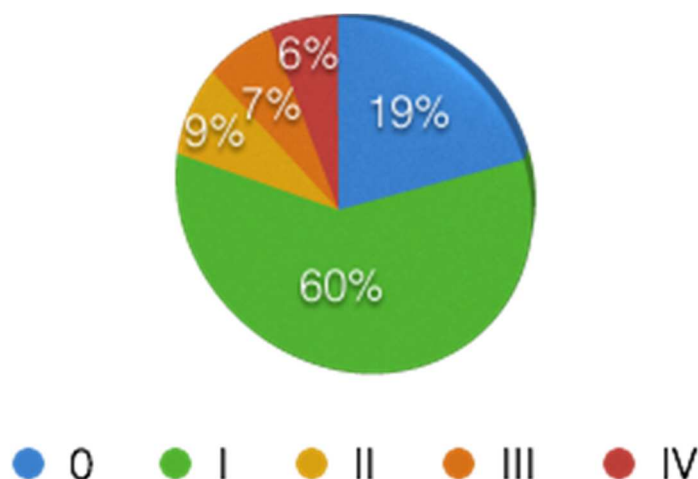


Figura 24. Distribución por grados según la SFU en la **ECO 1 prenatal**

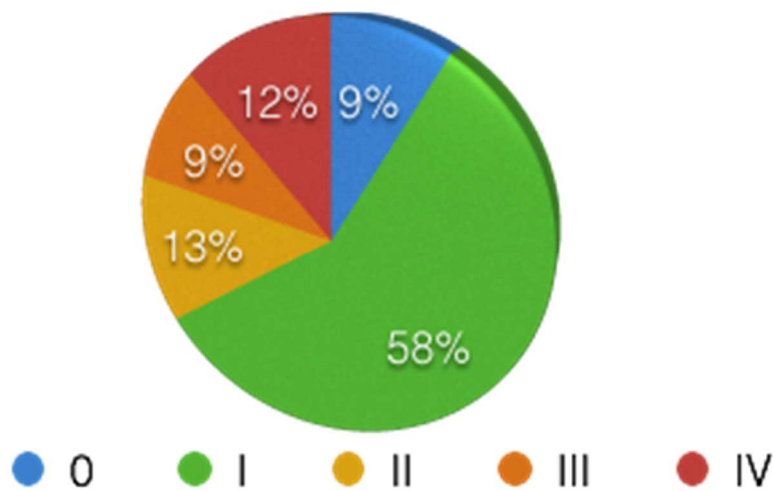


Figura 25. Distribución por grados según la SFU en la **ECO 2 prenatal**

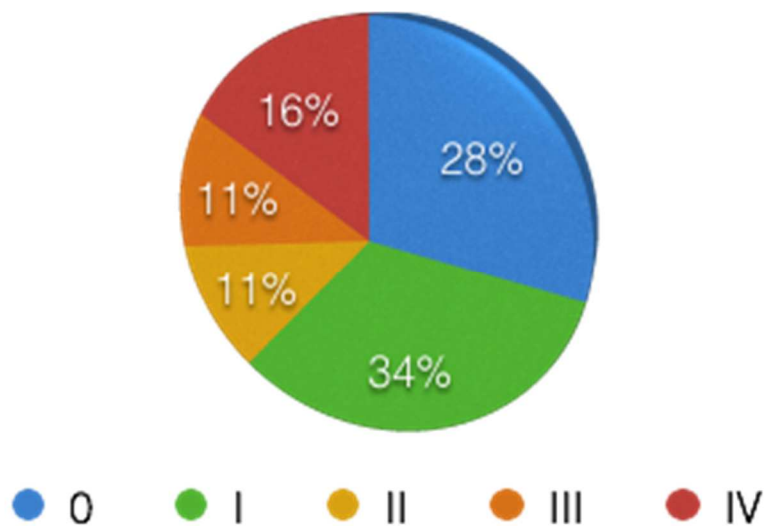


Figura 26. Distribución por grados según la SFU en la **ECO 3 prenatal**

- La **ECO al mes de vida** se realizó en 132 pacientes. La distribución por grados fue la siguiente: grado I: 16 casos (12, 1%), grado II: 17 (12,9 %), grado III: 22 (16,6%), grado IV: 33 (25%). En 44 la ECO era normal (33,3%) (Figura 27). En 33 unidades renales la corteza estaba adelgazada (25%) y en 99 normal (75%)
- La **ECO al año de vida** se efectuó en 35 UR. De ellas 15 tenían una ecografía normal (42,8%), 10 un grado I (28,6%), 5 grado II (14,3%), 4 grado III (11, 4%)

y 1 con grado IV (2,8%). En 1 caso la corteza estaba adelgazada (2,8%) y en 34 era normal (97,1%) (Figura 28).

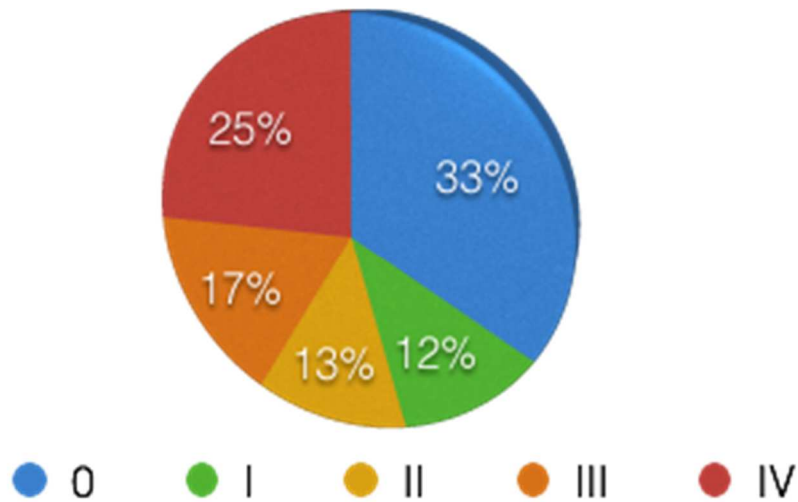


Figura 27. Distribución por grados según la SFU en la **primera ECO postnatal (ECO al mes de vida)**.

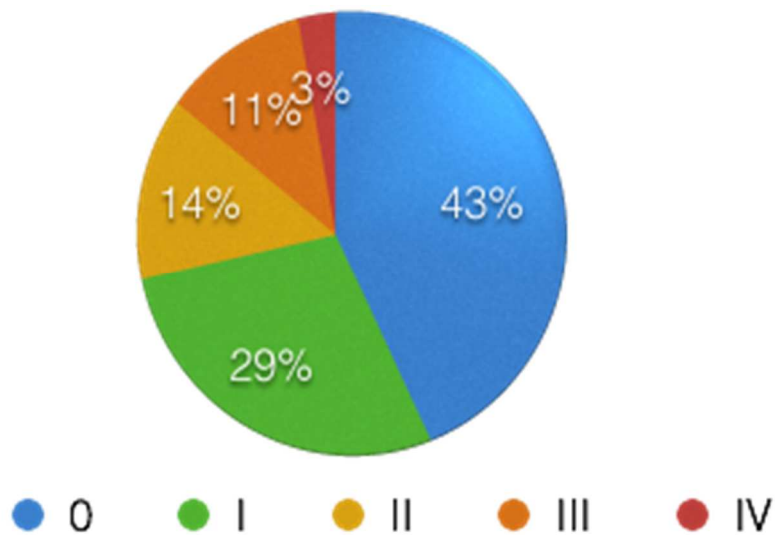


Figura 28. Distribución por grados según la SFU en la **segunda ecografía postnatal (ecografía al año de vida)**

4.1.2.2 Grados de dilatación en la ECO según la DTU (Dilatación del Tracto Urinario)

Los pacientes también fueron clasificados según la DTU obteniendo los siguientes resultados:

- En la **ECO prenatal 1** la distribución por grados fue: grado A1: 62 casos (41,1%), grado A2-3: 63 (41,7 %) y sin hidronefrosis: 26 (17,2%). (Figura 29).

- En la **ECO prenatal 2**, hubo 64 casos con hidronefrosis grado A1 (42,4%), 65 grado A2-3 (43%), y 22 unidades renales no presentaron dilatación (14,6%) (Figura 30)

- En la **ECO prenatal 3** en 45 casos no había hidronefrosis (29, 8%), en 30 fue grado A1 (19,9%) y en 76 (50,3%) grado A2-3. (Figura 31).

- En la **ECO al mes de vida** la distribución por grados fue la siguiente: 57 casos sin hidronefrosis (43,2%), 20 grado P1 (15,2%), 22 grado P2 (16,6%) y 33 P3 (25%) (Figura 32).

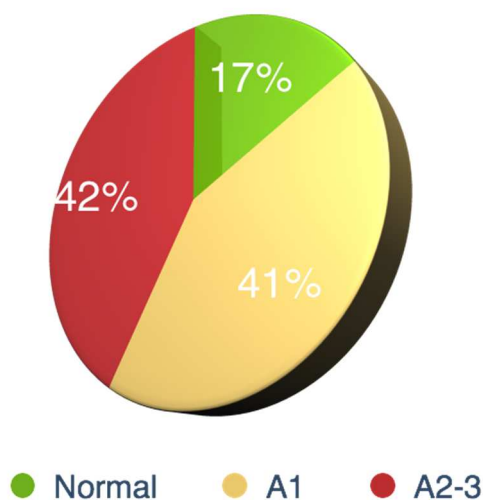


Figura 29. Distribución por grados según la DTU en la **ECO 1 prenatal**

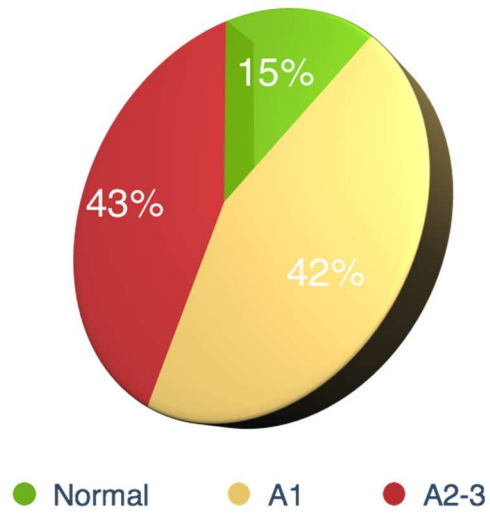


Figura 30. Distribución por grados según la DTU en la ECO 2 prenatal

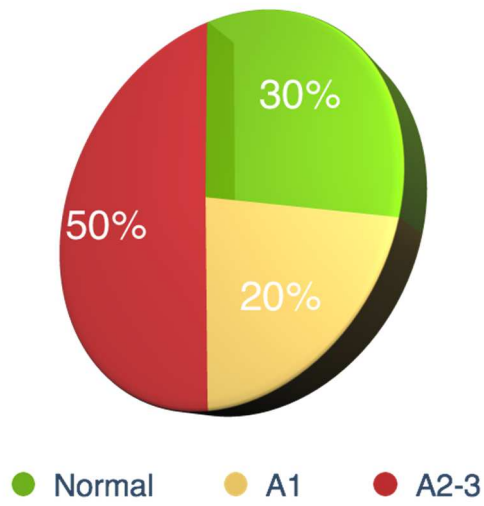
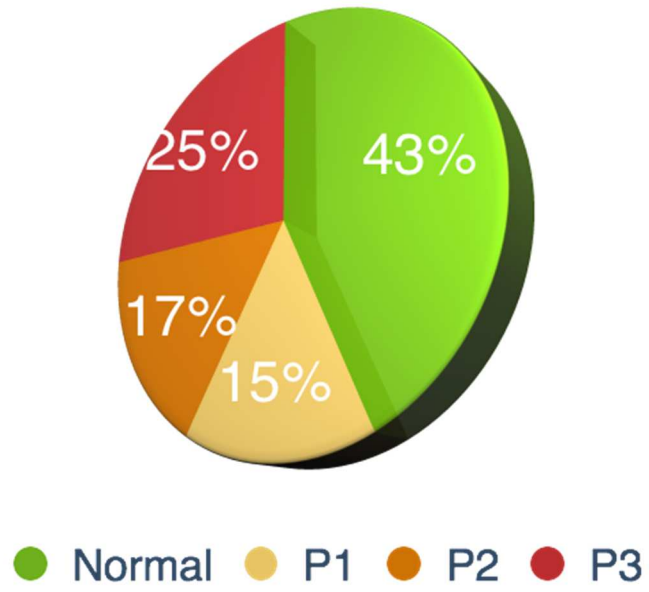


Figura 31. Distribución por grados según la DTU en la ECO 3 prenatal



*Figura 32. Distribución por grados según la UTD en la **primera ecografía postnatal***

4.1.3 Diámetro antero-posterior de la pelvis medido por ECO

El diámetro antero posterior medio de las pelvis renales (DAP) en las ECO prenatales y postnatales se muestra en las *tablas 5 y 6*.

Variable	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo
Pelvis ECO 1 (20- 27 sem)	7,66	4,07	2,90	5,30	7,00	9,00	30,00
Pelvis ECO 2 (28- 31 sem)	10,22	5,01	3,00	7,00	8,00	12,00	30,00
Pelvis ECO 3 (32- 36 sem)	11,70	7,38	4,00	6,00	10,00	15,00	39,00

Tabla 5: Diámetro antero posterior de la pelvis renal (DAP) en las ECO prenatales.

Variable	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
Ecografía Postnatal 1mes	13,06	9,83	4,00	5,00	10,00	16,00	50	132
Ecografía Postnatal 1 año	7,94	3,17	4,00	5,00	8,00	10,00	14,00	35

Tabla 6: Diámetro antero posterior de la pelvis renal (DAP) en las ECO postnatales.

De las 151 unidades renales con hidronefrosis en 43 casos (28,5%) el renograma mostró una curva con patón obstructivo, diagnosticándose de estenosis de la unión pieloureteral (EPU). En 108 (71,5%) la hidronefrosis no fue obstructiva y por lo tanto no fue quirúrgica.

De los 43 casos con EPU en 39 (90,70%) se efectuó una pieloplastia como corrección quirúrgica de la estenosis y en 4 unidades renales (9,3%) una nefrectomía por anulación funcional renal.

4.2 Resolución de la hidronefrosis

En la ECO 1 prenatal hubo 122 unidades renales (UR) con algún grado de HN y 29 con la ECO normal. De las 122 con HN en 10 (8,19%) se corrigió en la siguiente ECO (ECO 2 prenatal). Estos 10 casos eran todos hidronefrosis grado I. En la ECO 2 prenatal partimos con 138 con hidronefrosis y de ellos se corrigieron 32 (23,2%) en la siguiente ECO (ECO 3 prenatal). De estos 32 casos 28 eran grado I (87,5%) y 4 grado II (12,5%). Es decir que de la ECO prenatal 1 hasta la ECO prenatal 3 se corrigieron 42 UR (27, 81%), de las cuales 38 eran grado I (90,4%) y 4 grado II (9,6%).

De 109 casos de hidronefrosis en la ECO prenatal 3 se resolvieron 22 (20,2%) en la ECO del mes postnatal (19 grado I (86,3%) y 3 grado II (13,6%).

Todos estos datos se pueden apreciar en el algoritmo de la figura 33.

Por lo tanto, durante el embarazo se corrigieron 42 de 151 unidades renales que en algún momento tuvieron hidronefrosis (27,81%) y el 20, 18% al mes de nacimiento (desde la ECO prenatal 3 a la primera ecografía postnatal). Ninguna de las resueltas ha sido grado III o IV.

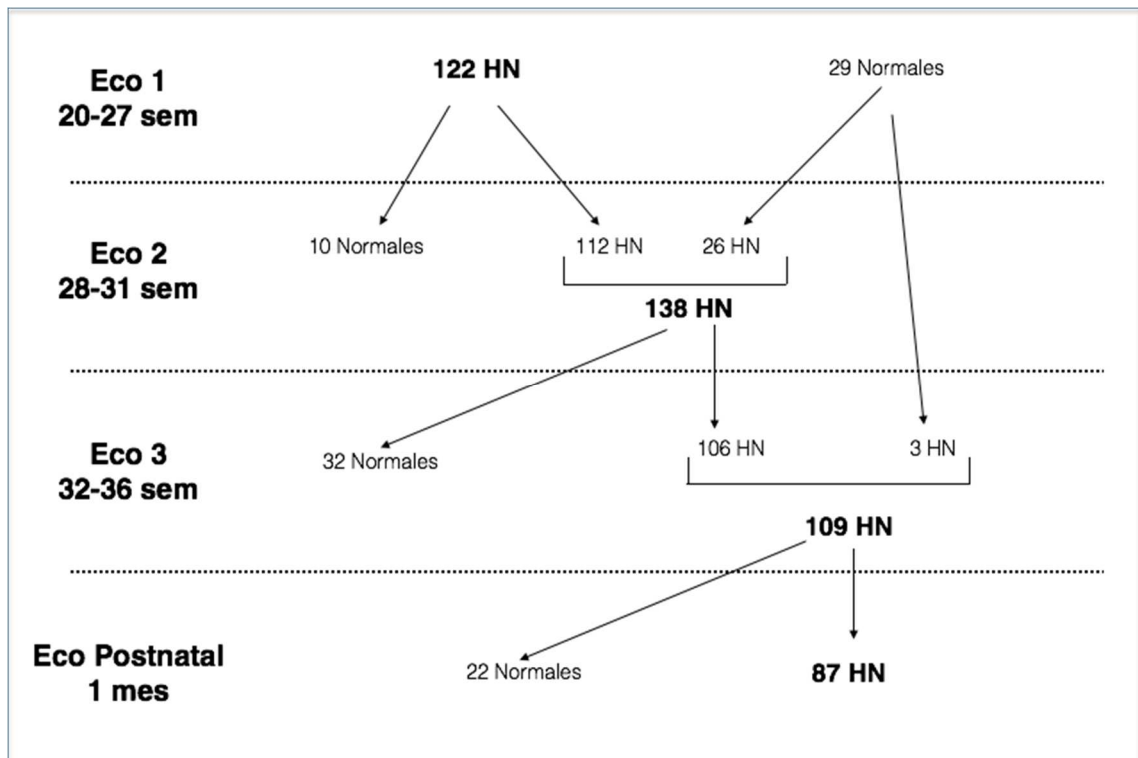


Figura 33: Algoritmo que muestra la evolución de los casos con HN desde la ecografía prenatal 1 a la primera ecografía postnatal al mes de vida.

El DAP medio de la pelvis renal en las UR en las que se ha desaparecido la HN en la ECO 3 prenatal es: 6,60 mm en la ECO 1 prenatal y 8,13 mm en la ECO prenatal 2. En los que no se resolvió la hidronefrosis en la ECO 3 prenatal el DAP medio en la ECO 1 prenatal fue de 8,06 mm y en la ECO 2 prenatal de 11,63mm. Si comparamos los DAP en la ECO prenatal 1 y 2 del primer grupo (los que se ha corregido la HNP) frente al segundo grupo (los no resueltos) observamos que el diámetro es menor en los que se ha resuelto. La diferencia solo es estadísticamente significativa si comparamos los DAP de la ECO prenatal 2 ($p < 0,001$) (Tablas 7 y 8).

Diámetro pelvis	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
Pelvis ECO 1 (20-27)	6,60	1,57	3,00	6,00	7,00	7,00	11,00	42
Pelvis ECO 2 (28-31)	6,58	1,64	3,00	6,00	7,00	8,00	10,00	42

Tabla 7. DAP medio de los pacientes en los que se ha resuelto la hidronefrosis en la ECO 3 prenatal.

Diámetro pelvis	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
Pelvis ECO 1 (20-27)	8,06	4,64	2,90	4,00	7,50	10,00	30,00	109
Pelvis ECO 2 (28-31)	11,63	5,17	3,00	8,00	11,00	14,00	30,00	109

Tabla 8. DAP medio de los pacientes en los que no se ha resuelto la hidronefrosis en la ECO 3 prenatal.

Si establecemos un punto de corte del DAP en las ECO prenatales 1 y 2 a partir del cual aumente o disminuya las posibilidades de resolución de la hidronefrosis en la ECO prenatal 3 obtenemos que la medida de 7,2 mm en la ecografía prenatal 1 tiene un valor predictivo negativo (VPN) de 61.9% y un VPP de 11,8%. En la ECO prenatal 2, para el corte de 11,5 mm, se observa un VPN de 21.7% y un VPP de 58.3%.

Por lo tanto aunque observamos una diferencia significativa entre el DAP en la ECO prenatal 2 entre los que se corrige la hidronefrosis en la ECO prenatal 3 y los que no, no se ha podido establecer un punto de corte que muestre unos valores predictivos para resolución de la HNP.

4.3 Análisis de factores relacionados con la estenosis pieloureteral

4.3.1 Grados de hidronefrosis

Como se puede apreciar en la *tabla 9*, en la **ECO prenatal 1**, el 100% de los casos con hidronefrosis grado IV (9 UR) y el 80 % de los grados III (8 UR) desarrollaron finalmente EPU. Por otro lado 20 de 29 pacientes con una ECO normal (68%) y 11 de 79 (12,2%) de los que tenían grado I tuvieron finalmente EPU ($p < 0,0001$) El 46% de los grados II (6 de 13) se diagnosticaron postnatalmente como EPU.

En la **ECO prenatal 2** se distingue que el 100% de los casos con un grado IV (18 de 18 UR) y el 78, 57% de los grados III (11 de 14 UR) tuvieron EPU en el diagnóstico postnatal ($p < 0,0001$). El 5,7% (5 de 87 UR) de los grados I y ningún paciente con una ECO normal en la ECO 3 presentó EPU postnatal ($p < 0,0001$). El 52,6% de los casos con grado II se diagnosticaron de EPU (10 de 19).

En la **ECO prenatal 3** se aprecian porcentajes similares: el 91,7% (22 de 24) de los grado IV, el 76,5 % (13 de 17) de los grado III, el 41,2% (7 de 17) de los grados II, el 1,9% de los grados I y ningún paciente con ecografía normal se diagnostican de EPU. Hay por tanto una relación entre el grado en las ECO prenatales 1, 2 y 3 y la probabilidad de desarrollar EPU ($p < 0,0001$) siendo más probable en los grados III y IV y muy poco probable en los grado I o con la ECO normal.

(Tabla 9).

Ecografía 1	EPU	Hidronefrosis no obstructiva	Total	
Normal	9 (31%)	20 (69 %)	29	
I	11 (12,2%)	79 (87,8%)	90	p< 0,0001
II	6 (46,1%)	7 (53,9%)	13	
III	8 (80%)	2 (20%)	10	p< 0,0001
IV	9 (100%)	0 (0%)	9	p< 0,0001
Ecografía 2	EPU	Hidronefrosis no obstructiva	Total	
Normal	0	0,00		
I	5 (5,7%)	82 (94,3%)	87	p< 0,0001
II	10 (52,6%)	9 (47,4%)	19	
III	11 (78,5%)	3 (21,5%)	14	p< 0,0001
IV	18 (100%)	0 (0%)	18	p< 0,0001
Ecografía 3	EPU	Hidronefrosis no obstructiva	Total	
Normal	0	0,00		
I	1 (1,9%)	50 (98,1%)	51	p< 0,0001
II	7 (41,2%)	10 (58,8%)	17	
III	13 (76,4 %)	4 (23,6%)	17	p< 0,0001
IV	22 (91,6%)	2 (8,4%)	24	p< 0,0001

Tabla 9. Proporción de EPU en función del grado de hidronefrosis (según la clasificación de SFU) en las distintas ECO prenatales.

En las figuras 34, 35, 36 se aprecia la distribución por grados en los casos con EPU en las ECO 1, 2 y 3 prenatales.

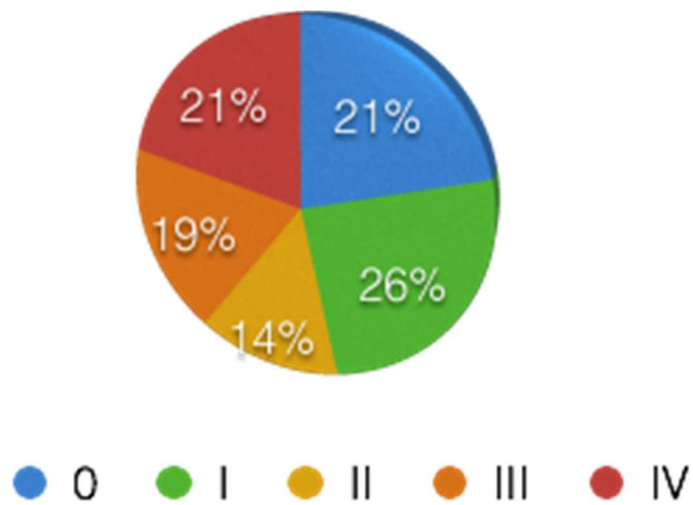


Figura 34. Distribución por grados de los pacientes con EPU en la ECO prenatal 1.

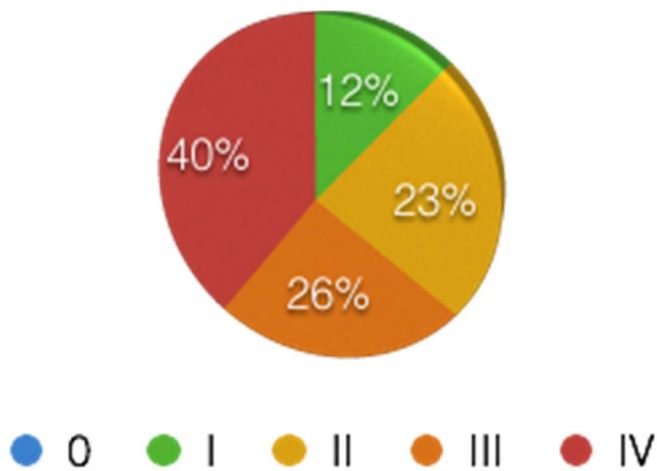


Figura 35. Distribución por grados de los pacientes con EPU en la ECO prenatal 2.

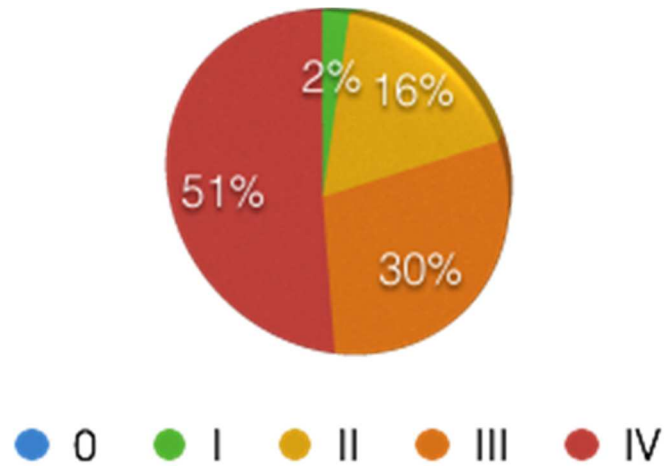


Figura 36. Distribución por grados de los pacientes con EPU en la ECO prenatal 3.

Y en el grupo de los casos que no tienen EPU (108) la distribución por grados se puede visualizar en los *Figura 37, 38, 39.*

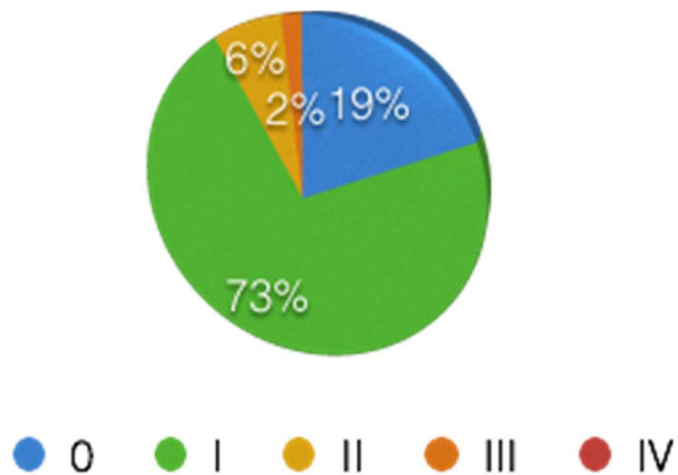


Figura 37. Distribución por grados de los pacientes sin EPU en la ECO prenatal 1.

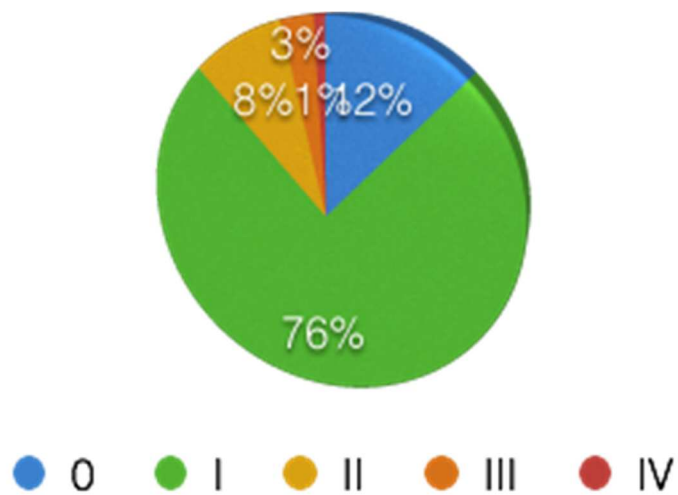


Figura 38. Distribución por grados de los pacientes sin EPU en la ECO prenatal 2.

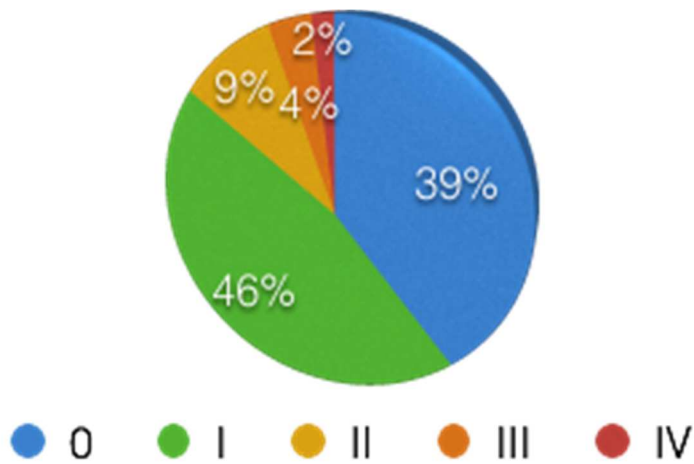


Figura 39. Distribución por grados de los pacientes sin EPU en la ECO prenatal 3.

En la ECO realizada al **mes de vida**, el 100% de los casos con una ecografía normal o con un grado I y el 94,1% de los grados II se confirmaron como una hidronefrosis no obstructiva. El 93,9 % de las UR con un grado IV (31 casos) ($p < 0,0001$) y la mitad de los casos (11 casos (50%)) de los definidos como grado III se diagnosticaron de EPU (Tabla 10).

Eco 1 mes postnatal	EPU	Hidronefrosis no obstructiva	Total	
Normal	0	44 (100%)	44	$p < 0,0001$
I	0	16 (100%)	16	$p < 0,0001$
II	1 (5,89%)	16 (94, 11%)	17	$p < 0,0001$
III	11 (50 %)	11 (50 %)	22	
IV	31 (93,9%)	2 (6,1%)	33	$p < 0,0001$

Tabla 10. Proporción de EPU en función del grado de hidronefrosis (según la clasificación de SFU) en la primera ECO postnatal (mes de vida).

Si tenemos en cuenta la **clasificación DTU**, en la **ECO 1**: el 91,9% (57 UR) de los casos clasificados como A1 presentaron HN no obstructiva, y solo un 9,4% (5 casos) se diagnosticaron de EPU posteriormente. ($p < 0,0001$). De los clasificados como A 2-3 el 61,9 % (39 UR) se diagnosticaron como EPU, y el 38,1% (24 casos) como HN no obstructiva.

En la **ECO 2** se observó que 87,5% de los casos del grupo A1 fueron finalmente hidronefrosis no obstructivas ($p < 0,001$) y el 61,9% (39 UR) del A2-3 una EPU.

En la **ECO 3**, los resultados fueron similares, un 90 % (27 UR) de los casos clasificados como A1 fueron hidronefrosis no obstructivas ($p < 0,0001$) y un 55,3% del grupo A2-3 terminaron en EPU (Tabla 11).

Ecografía 1	EPU	Hidronefrosis no obstructiva	Total	
Normal	9 (34,6%)	17 (65,4%)	26	
A 1	5 (9,4%)	57 (91,9%)	62	$p < 0,0001$
A 2-3	39 (61,9%)	24 (38,1%)	63	
Ecografía 2	EPU	Hidronefrosis no obstructiva	Total	
Normal	6 (27,3%)	16 (72,7%)	22	$p < 0,001$
A 1	8 (12,5%)	56 (87,5%)	64	$p < 0,0001$
A 2-3	39 (60%)	26 (40%)	65	
Ecografía 3	EPU	Hidronefrosis no obstructiva	Total	
Normal	8 (17,8%)	37 (82,2%)	45	$p < 0,0001$
A 1	3 (10%)	27 (90%)	30	$p < 0,0001$
A 2-3	42 (55,3%)	34 (44,7%)	76	

Tabla 11. Proporción de EPU en función del grado de hidronefrosis (según la clasificación de DTU) en las distintas ECO prenatales.

En la **primera ECO postnatal** se observó que la mayoría de los casos clasificados como P1 (90%) no presentaba una EPU, y la mayoría del grupo P3 (93,9%) si eran diagnosticados como tal (Tabla 12).

Eco postnatal	EPU	Hidronefrosis no obstructiva	
Normal	9 (11,8%)	67 (88,2%)	p < 0,0001
P1	1 (5%)	19 (95 %)	p < 0,0001
P2	12 (54,5%)	10 (45,5%)	
P3	31 (93,9%)	2 (6,1%)	p < 0,0001

Tabla 12. Proporción de EPU en función del grado de hidronefrosis (según la clasificación de DTU) en la primera ECO postnatal

4.3.2 Diámetro Antero-Posterior de la pelvis renal

El diámetro antero-posterior de la pelvis renal (DAP) medio de los pacientes con EPU fue de 10, 5 mm en la ECO prenatal 1, de 15, 49 mm en la ECO 2 y de 19,8 mm en la ECO 3 (Tabla 13).

Si analizamos el DAP en los pacientes con una hidronefrosis no quirúrgica (que no han tenido EPU) observamos un DAP de 6, 51 mm en la ECO prenatal 1, un DAP de 8, 13 en la ECO 2 y de 8, 45 mm en la ECO 3 (Tabla 14).

Si comparamos el DAP de los pacientes con EPU y los que no la tienen en las 3 ECO prenatales vemos que el DAP está relacionado con la EPU (p < 0,0001) Es decir, a mayor DAP mayor probabilidad de EPU.

Pelvis EPU	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
Pelvis ECO 1 (20-27)	10,52	5,83	3,00	7,00	10,00	14,00	30,00	43
Pelvis ECO 2 (28-31)	15,49	5,54	7,00	12,00	14,00	18,00	30,00	43
Pelvis ECO 3 (32-36)	19,86	7,69	9,00	14,00	18,00	25,00	39,00	43

Tabla 13. DAP de la pelvis en las ECO prenatales de los pacientes con EPU

Pelvis Hidronefrosis transitoria	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
Pelvis ECO 1 (20-27)	6,51	2,30	2,90	5,00	7,00	8,00	15,00	108
Pelvis ECO 2 (28-31)	8,13	2,76	3,00	7,00	8,00	8,60	16,00	108
Pelvis ECO 3 (32-36)	8,45	3,97	4,00	5,00	7,00	11,00	23,00	108

Tabla 14. DAP de la pelvis en las ECO prenatales de los pacientes sin EPU.

Para intentar determinar a partir de qué DAP aumenta la probabilidad de tener EPU hemos establecido unos puntos de corte mediante las curvas ROC.

En la ECO prenatal 1 se ha obtenido el valor de 8,7 mm. A partir de este punto aumentan las posibilidades de tener EPU y por debajo disminuyen con un intervalo de confianza del 95% (IC 95%) (Figura 40).

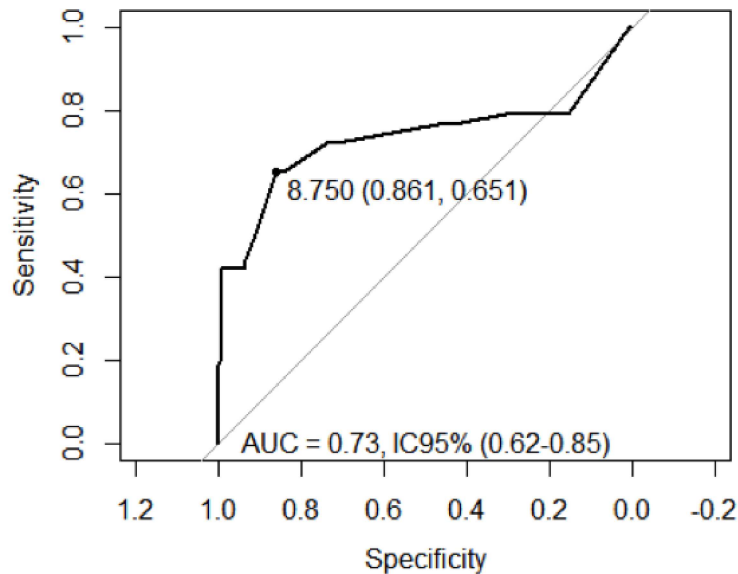
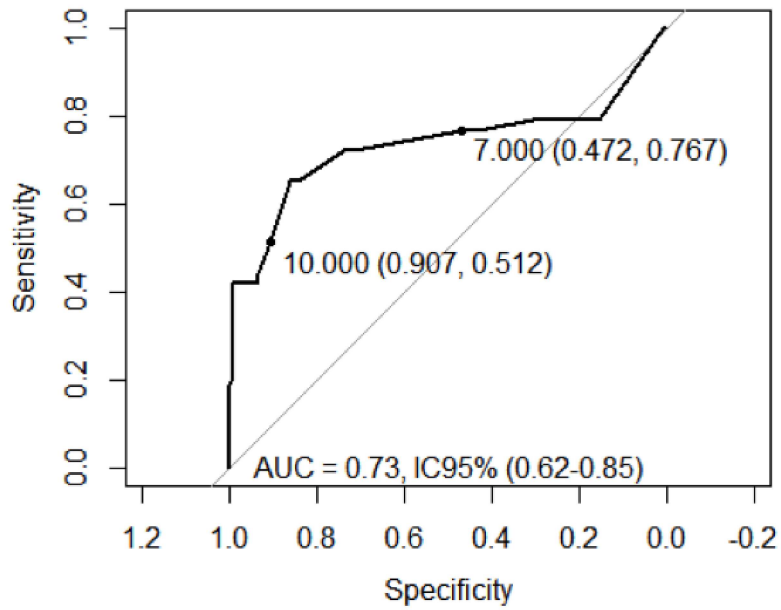


Figura 40. Curva ROC que muestra el punto de corte del DAP en la ECO prenatal 1.

Para precisar más hemos establecido dos puntos de corte de DAP en la ECO 1: 10 y 7 mm. El punto de 10 mm nos ofrece un valor predictivo positivo (VPP) de 73,08% y un valor predictivo negativo (VPN) de 80,8%. El punto de corte de 7 mm muestra un VPN de 83.61% y un VPP de 36.67%.

Es decir que si el DAP es > 10 mm la probabilidad de tener EPU es del 73.08% y si es < 7 mm hay una probabilidad de no tenerla de 83,61%. (Figura 41).



*Figura 41. Curva ROC que muestra los puntos de corte del DAP en la **ECO prenatal 1**.*

En la ECO prenatal 2 el punto de corte del DAP es 9,5 mm (AUC=0,92. IC95%) y si establecemos dos puntos de corte vemos que a partir de 15 mm hay un VPP de 78.95 % y VPN de 78.79%. Y para 9 mm un VPN de 98.78% y un VPP = 60.87% (Figuras 42 y 43).

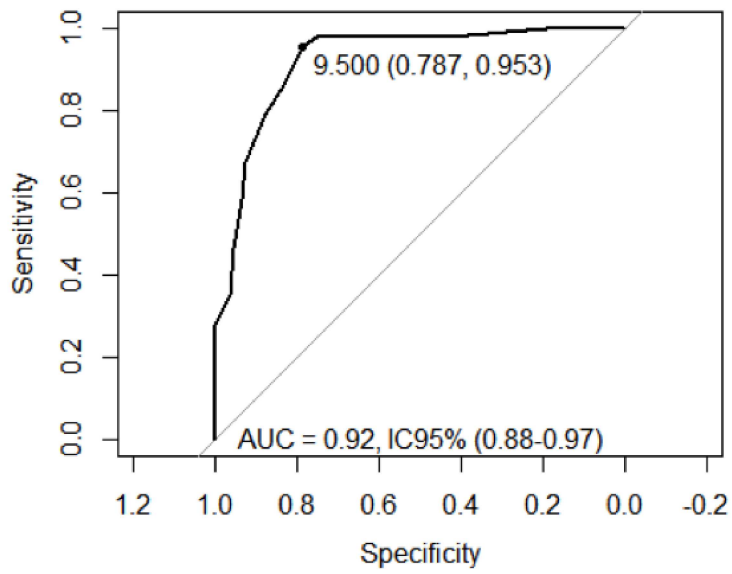


Figura 42. Curva ROC que muestra el punto de corte del DAP en la *ECO prenatal 2*.

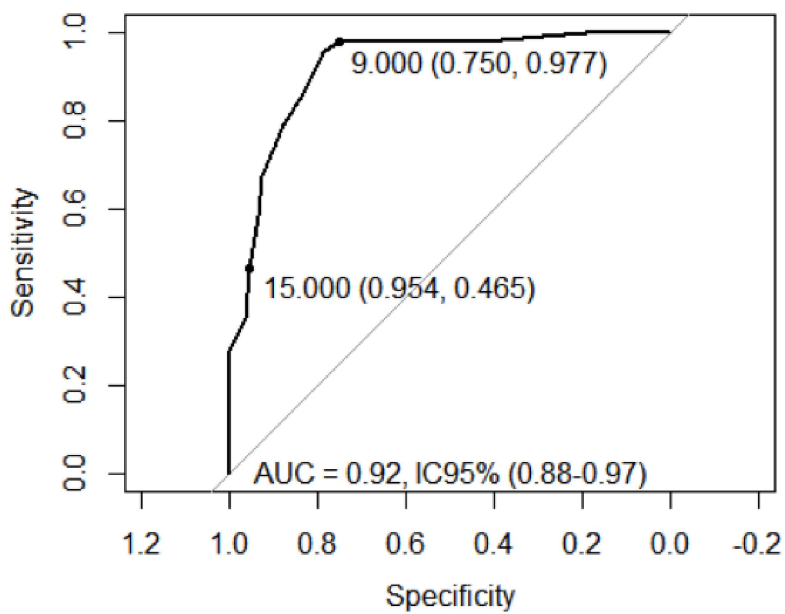


Figura 43. Curva ROC que muestra los puntos de corte del DAP en la *ECO prenatal 2*.

En la ECO prenatal 3 el punto de corte del DAP que hemos obtenido es 11,5 mm (AUC=0,93. IC95%) Y si establecemos dos puntos de corte vemos que a partir de 17 mm hay un VPN = 83.46% VPP = 91.67 %, y para el corte de 12 mm un VPN = 97.73% VPP = 65.08%. Es decir que si el DAP en la ECO prenatal 3 es > 17 mm hay una probabilidad de tener EPU del 83.46% y si es $<$ de 12 mm la probabilidad de no tenerla es de 97,73%. (Figuras 44 y 45).

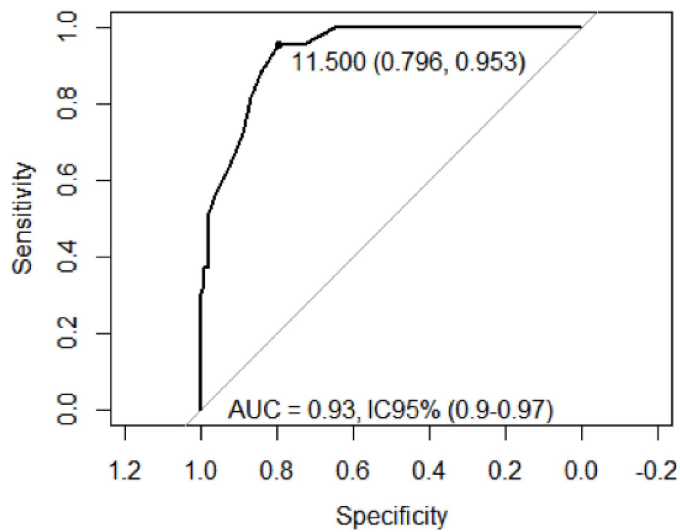


Figura 44. Curva ROC que muestra el punto de corte del DAP en la *ECO prenatal 3*.

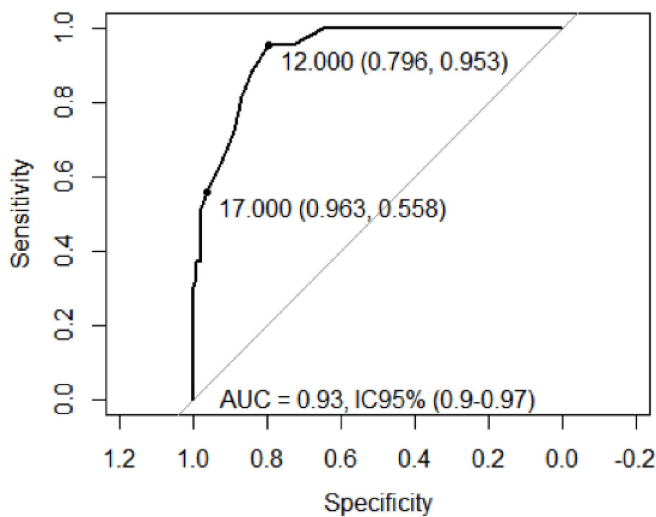


Figura 45. Curva ROC que muestra los puntos de corte del DAP en la *ECO prenatal 3*.

Basándonos en los resultados obtenidos en los distintos cortes del DAP en las ECO prenatales 1, 2 y 3 en relación a la probabilidad de desarrollar una EPU podríamos hacer nuestra clasificación de la hidronefrosis según el DAP (Tabla 15).

Grados Hidronefrosis (DAP)	Ecografía 1 (20- 27 sem)	Ecografía 2 (28- 31 sem)	Ecografía 3 (32- 36 sem)
Leve	< 7 mm	< 9 mm	< 12 mm
Moderada	7- 10 mm	9- 15 mm	12- 17 mm
Grave	> 10 mm	>15 mm	> 17 mm

Tabla 15. Clasificación de la hidronefrosis en función del DAP según probabilidad de desarrollar EPU.

4.3.3 Corteza renal

Si analizamos la variable de la corteza renal vemos que en la ECO prenatal 1 el 100% de las UR (9 casos) tenían la cortical adelgazada y el 23,94 de los que tenían la cortical normal (34 de 142) terminaron diagnosticados postnatalmente de EPU (Tabla 16).

En la ECO prenatal 2 el 100% de las UR (18 casos) que tenían la cortical adelgazada y el 19,4% de los que no (26 de 134) desarrollaron EPU.

En la ECO prenatal 3 el 91,67% de los que tenían cortical adelgazada (22 de 24) y el 16,5% (21 de 127) de los que tenían la cortical normal tuvieron finalmente EPU.

Es decir existe una correlación entre el adelgazamiento cortical y la aparición de EPU. El hecho de tener la cortical adelgazada aumenta la probabilidad de tener EPU ($p < 0,0001$).

Eco 1	EPU	Hidronefrosis transitoria	Total
Cortical			
Normal	34 (23,94%)	108 (76,06%)	142
Adelgazada	9 (100 %)	0 (0 %)	9
Eco 2	EPU	Hidronefrosis transitoria	Total
Cortical			
Normal	26 (19,40%)	108 (80,6%)	134
Adelgazada	18 (100%)	0 (0%)	18
Eco 3	EPU	Hidronefrosis transitoria	Total
Cortical			
Normal	21 (16,54%)	106 (83,46%)	127
Adelgazada	22 (91,67%)	2 (8,33%)	24

Tabla 16. Proporción de pacientes que se diagnostican EPU en función de si tienen o no la corteza adelgazada en las ECO prenatales.

4.4. Hidronefrosis unilateral y bilateral

4.4.1 Resolución de la hidronefrosis.

Si comprobamos la resolución de la hidronefrosis en función de si era uni o bilateral vemos que de los 10 casos que se corrigen desde la ECO prenatal 1 a la 3, 9 (90%) eran bilaterales y uno unilateral (10%).

En el paso de la ECO prenatal 2 a la 3 de los 32 casos que se corrigieron 29 fueron bilaterales (90,6%) y 3 unilaterales (9,4%).

En la ECO postnatal del primer mes de vida de los 22 pacientes en los que se ha corregido la hidronefrosis 17 eran bilaterales (77, 27%) y 5 unilaterales (22,73%).

Si comparamos la corrección de la hidronefrosis en casos unilaterales frente a bilaterales se observa una mayor corrección en los bilaterales en el paso de la ECO prenatal 1 a la 2 ($p > 0,05$) y en el paso de la ECO prenatal 2 a la 3 ($p < 0,0001$) y de la ECO prenatal 3 a la primera postnatal ($p < 0,0001$).

4.4.2 Diagnóstico de EPU

De las 43 UR con diagnóstico de EPU el 72,09% eran unilaterales (31 casos) y el 27, 91 % (12 casos bilaterales). Sin embargo si analizamos las 108 UR sin diagnóstico de EPU, hidronefrosis no quirúrgicas, vemos que el 75,93% (82 casos) han sido bilaterales y el 24,07% unilaterales (26 casos).

Es decir que es más frecuente que los casos con EPU sean unilaterales frente bilaterales ($p < 0,0001$) y al contrario, en los casos con hidronefrosis no quirúrgica, siendo más frecuente los bilaterales frente a unilaterales ($p < 0,0001$).

Si analizamos los unilaterales (57 UR) vemos que la proporción de EPU, e hidronefrosis no quirúrgica es similar: 31 (54,3%) vs 26 (45, 6%). Sin embargo en los casos bilaterales (94) es mayor la diferencia entre EPU (12 casos (12,77%)) e hidronefrosis no quirúrgica (82 casos (87,23%)) (Tabla 17).

Variable	EPU	Hidronefrosis no quirúrgica
Unilateral	31 (72, 09%)	26 (24, 07%)
Bilateral	12 (27, 91%)	82 (75,93%)
Total	43	108

Tabla 17. Proporción de uni/bilaterales en los casos con EPU y en los pacientes con hidronefrosis no quirúrgica.

4.5 Función renal diferencial

4.5.1 Función renal diferencial prequirúrgica

La función renal diferencial (FRD) media prequirúrgica de los casos a los que se les hizo renograma fue de (39,60%) (Tabla 18).

Función renal diferencial	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
Función renal diferencial prequirúrgica	39,60	11,52	5,00	38,00	42,00	48,00	50,00	68

Tabla 18. FRD media de los casos a los que se les hizo renograma diurético

La FRD media de las UR con corteza adelgazada en la ECO 3 prenatal fue de 32,01% y los que no la tenían de 42,76% ($p < 0,0001$).

Se han obtenido los datos de la FRD de los casos que tenían la corteza adelgazada ya desde la ECO prenatal 1, los que la tenían en la ECO prenatal 2 y antes era normal y los que la tenían adelgazada en la ECO prenatal 3 y previamente era normal. Con ello se pretende ver qué FRD tienen los riñones que están con una cortical adelgazada desde los primeros controles (ECO prenatal 1) frente a los que la tienen normal durante los primeros controles y aparece adelgazada en el último (ECO prenatal 3).

La FRD de los casos con una cortical adelgazada desde la ECO prenatal 1 fue de 21,6 %, los que la tenían adelgazada en la ECO prenatal 2 y no antes de 36,4 % y únicamente en la ECO prenatal 3 con cortical normal previa fue de 38% (Tabla 19). En las figuras 46, 47, 48 se muestra el histograma con la distribución de las FRD según los grados de hidronefrosis observando como la función de los pacientes con un grado IV (cortical adelgazada) es inferior a la del resto.

Función renal diferencial cortical adelgazada	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
FRD ECO prenatal 1	21,67	12,82	6,00	8,00	23,00	31,00	38,00	9
FRD ECO prenatal 2 y no en previa	36,38	4,21	30,00	32,50	38,00	39,00	42,00	8
FRD ECO prenatal 3 y no en previas	38,00	9,80	20,00	30,00	40,00	46,00	48,00	7

Tabla 19. FRD media de los casos con una *cortical adelgazada* en las distintas ECO prenatales.

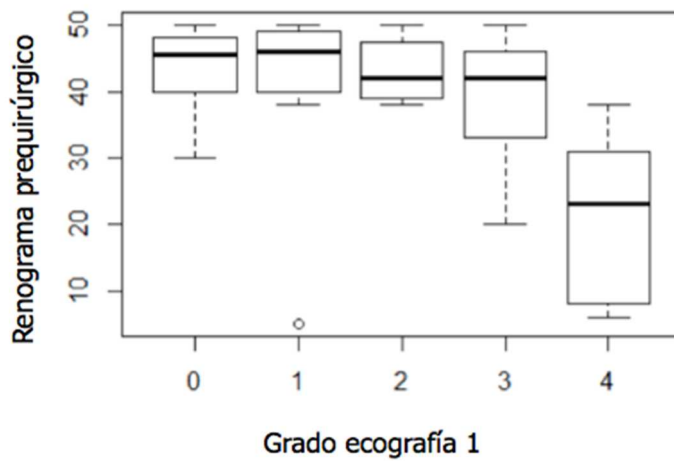


Figura 46. Histograma con distribución de FRD en función de los grados de hidronefrosis en la ecografía prenatal 1.

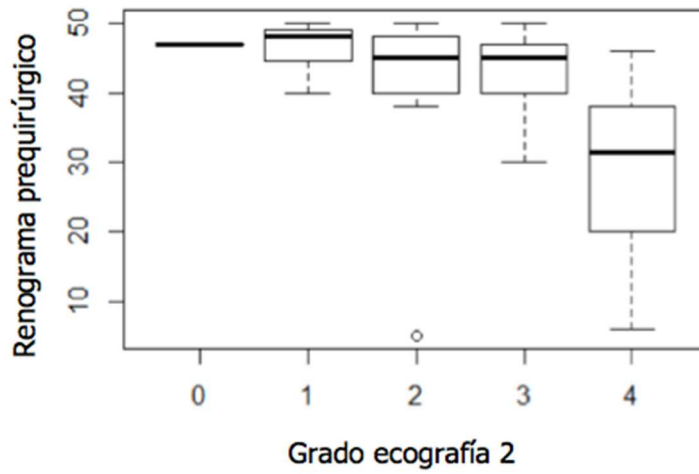


Figura 47. Histograma con distribución de la FRD en función de los grados de hidronefrosis en los casos con cortical adelgazada en la ECO prenatal 2 pero no en la ECO prenatal 1.

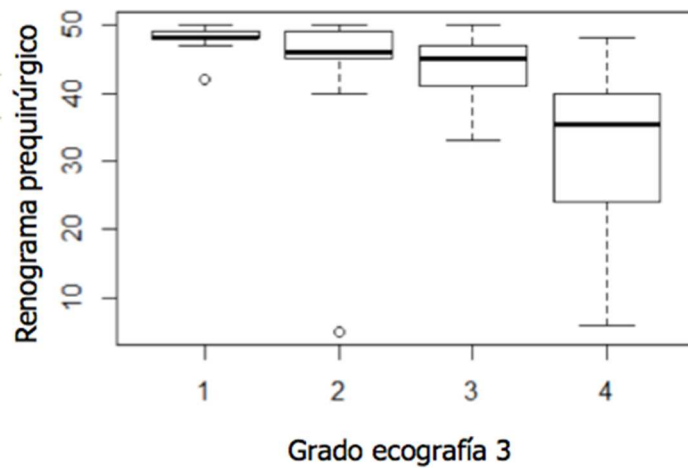


Figura 48. Histograma con distribución de FRD en función de los grados de hidronefrosis en los casos con cortical adelgazada en la ECO prenatal 3 pero no en las anteriores.

Se puede observar que la FRD de las UR que han tenido la corteza adelgazada desde la ECO prenatal 2 es menor comparada con las que la presentan un adelgazamiento cortical en la ECO 4 pero previamente estaba normal ($p < 0,0001$) (Figuras 46- 48).

4.5.2 Función renal diferencial postquirúrgica. Recuperación después de la cirugía.

Si analizamos la recuperación de la FRD después de la pieloplastia en las 39 UR intervenidas por EPU observamos que hay una diferencia entre la FRD prequirúrgica y postquirúrgica de los casos con cortical normal de 3,08 puntos (Tabla 20). En los que tenían adelgazada la corteza la diferencia de puntos es de 4,95. Por tanto la diferencia es mayor entre los que tenían la cortical adelgazada pero no llega a ser estadísticamente significativa ($p > 0,05$).

Función renal diferencial (FRD)	Cortical Adelgazada	Cortical Normal
FRD prequirúrgica	33,31	42,76
FRD postquirúrgica	38,26	45,84
Diferencia función	4,95	3,08
Total	19	20

Tabla 20. Diferencia de función pre y postquirúrgica de los casos a los que se les hizo pieloplastia por EPU según tuvieron adelgazada la cortical o no en la ECO prenatal 3.

Dividimos a los pacientes que tienen cortical adelgazada durante el embarazo en varios grupos: los que la tenían adelgazada desde la ECO prenatal 1, los que la tenían adelgazada desde la ECO prenatal 2 y los que la tenían adelgazada desde la ECO prenatal 3. En cada uno de ellos valoramos la diferencia de la FRD entre la pre y la postquirúrgica de los casos a los que se hizo pieloplastia por EPU.

En las tablas 21, 22 y 23 se observa que la diferencia de la FRD en los que tenían corteza adelgazada desde el primer control (ECO prenatal 1) fue de 1,83 ($p < 0,05$).

En los casos en los que la cortical se adelgazó al final del embarazo la recuperación postquirúrgica de la función fue mayor: 6,40 puntos ($p < 0,0001$) Por lo tanto hay una mayor recuperación de la FRD en aquellos que tienen la corteza adelgazada en la ECO prenatal 3 y no antes frente a los que la tienen adelgazada desde la ECO 1 ($p < 0,0001$).

Función renal diferencial (FRD)	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
FRD prequirúrgica	29,17	7,73	20,00	23,00	28,00	38,00	38,00	6
FRD postquirúrgica	31,00	7,69	22,00	25,00	30,00	39,00	40,00	6
Diferencia función	1,83	0,75	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	6

Tabla 21. Diferencia de función pre y postquirúrgica de los casos que tenían una cortical adelgazada desde la ECO prenatal 1.

Función renal diferencial (FRD)	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
FRD prequirúrgica	36,38	4,21	30,00	32,50	38,00	39,00	42,00	8
FRD postquirúrgica	43,00	5,21	35,00	38,00	45,00	47,00	49,00	8
Diferencia función	6,63	1,85	3,00	6,00	7,00	7,50	9,00	8

Tabla 22. Diferencia de función pre y postquirúrgica de los casos que tenían una cortical adelgazada desde la ECO prenatal 2 con cortical normal previa.

Función renal diferencial (FRD)	Media	Dev Std	Mínimo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Máximo	N
FRD prequirúrgica	34,40	9,32	20,00	30,00	40,00	40,00	42,00	5
FRD postquirúrgica	40,80	9,76	25,00	38,00	45,00	47,00	49,00	5
Diferencia función	6,40	1,34	5,00	5,00	7,00	7,00	8,00	5

Tabla 23. Diferencia de función pre y postquirúrgica de los casos que tenían una cortical adelgazada desde la **ECO prenatal 3** con controles normales previos.

Dentro del grupo de UR con cortical adelgazada en la ECO 3 se han hecho dos grupos en función del DAP (DAP > de 25mm y < 20 mm) para compararlos con la función prequirúrgica y su recuperación postquirúrgica. Se ha observado lo siguiente: las UR con DAP < de 20 mm y corteza adelgazada en ECO 3 tienen una FRD menor que los que tienen una pelvis mayor de 25 mm y la corteza adelgazada ($p > 0,05$) en esa misma ECO (30, 57 frente a 32 %). Pero la recuperación de la función es peor ($p < 0,05$): 6,10 frente a 2,33 puntos (Tabla 24) El daño que se produce en el riñón es más difícil de recuperar.

Función renal diferencial (FRD)	Pelvis >25 mm Corteza adelgazada	Pelvis < 20 mm Corteza adelgazada
FRD prequirúrgica	32,00	30,57
FRD postquirúrgica	34,33	38,30
Diferencia función	2,33	6,10
Total	6	14

Tabla 24. Diferencia de la FRD pre y postquirúrgica en relación al DAP y cortical adelgazada.

4.5.3 Relación de la ecografía con la función renal diferencial.

Para ver si hay una correlación entre tener o no adelgazada la cortical en la ECO prenatal y la FRD en el renograma se ha analizado los datos de 63 casos a los que se les hizo un renograma diurético. 24 UR tenían una cortical adelgazada en la ecografía prenatal 4 y de ellos el 70, 83% (17 UR) tuvieron posteriormente una función renal disminuida (FRD < 40%). En 7 casos (29, 2%) la FRD fue normal (FRD ≥ 40). De los 39 que tenían la cortical normal en la ECO prenatal 3 solo 3 (7,7%) tuvieron una FRD postnatal < 40%. Aquellos pacientes que tienen una cortical adelgazada probablemente tengan una FRD postnatal < 40% (p<0,0001) (Tabla 25).

Función renal diferencial (FRD)	Cortical Normal	Cortical Adelgazada	Total
FRD ≥ 40	36 (92,31%)	7 (29,17%)	43 (68,25%)
FRD < 40	3 (7,69%)	17 (70,83%)	20 (31,75%)
Total	39 (61,90%)	24 (38,10%)	63

Tabla 25. Relación entre cortical adelgazada en la ECO prenatal 3 y función en el renograma

5. Discusión

5.1. Clasificación de la hidronefrosis

Se han creado diversos sistemas de clasificación de la hidronefrosis para intentar predecir el desarrollo de patología renal y la aparición de ITU⁴³.

El método más aceptado para clasificar la hidronefrosis, quizá por ser más objetivo, es la medición del máximo **diámetro ántero-posterior de la pelvis renal (DAP)** en el plano transversal¹⁵ durante el segundo y tercer trimestre de gestación. Pero a pesar de ser un dato objetivo, el DAP es una medida de la dilatación de una parte del sistema colector y no refleja la extensión retrógrada de la hidronefrosis ni los cambios que se producen en el parénquima renal, tales como aumento de la ecogenicidad, el adelgazamiento o pérdida de diferenciación córticomédular. El problema que ha existido con la medición del DAP como variable predictora de patología renal es el punto de corte a partir del cual se considera patológico un DAP, ya que pequeñas variaciones del DAP cambian el valor predictivo positivo como medida de alteración renal postnatal. Con un punto de corte más bajo tendremos una mayor sensibilidad, pero un mayor número de falsos positivos¹⁷.

Varios estudios han intentado evaluar el DAP en fetos normales en diferentes momentos de la edad gestacional para establecer valores normales de referencia^{37, 45, 46}. Pero existe falta de consenso para determinar un límite de DAP a partir del cual la hidronefrosis es significativa, ya que requiere un seguimiento postnatal para ver su evolución y el desarrollo de patología renal. La mayoría de los autores establecen un DAP de 4 o 5 mm en el segundo trimestre. Benacerraf et al, estableció en 1990 como patológico un DAP ≥ 4 mm entre las 15–20 semanas y ≥ 5 mm entre las 20-30 semanas¹²², Persutte et al., en 1997 un DAP ≥ 4 mm a cualquier edad gestacional⁵⁶ y en 2004 John et al, un DAP ≥ 4 mm antes de la 33 semana de edad gestacional y ≥ 7 mm después de la semana 33¹²³. Nosotros hemos establecido ese mismo punto de corte, que fue definido *Corteville*²² en 1991. Lee R et col. para su metaanálisis establecieron tres categorías inicialmente: leve, moderada y grave según la probabilidad de desarrollo de patología postnatal. La hidronefrosis leve se consideró un DAP ≤ 7 en el segundo trimestre y ≤ 9 mm en el tercero, moderada de 7-10 mm en el segundo y de 9-15 mm en el tercero y como grave ≥ 10 mm en el segundo trimestre y ≥ 15 mm en el tercero. Para

poder cuadrar datos intermedios que se solapaban entre dos categorías consideraron dos intermedias: leve-moderado y moderado-grave⁴⁹.

En 2014, se intentó establecer un consenso multidisciplinar, en el que participaron 8 sociedades con especial interés en el diagnóstico y manejo de fetos y niños con dilatación del tracto urinario (The American College of Radiology (ACR), the American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM), the American Society of Pediatric Nephrology (ASPN), the Society for Fetal Urology (SFU), The Society for Maternal-Fetal Medicine (SMFM) the Society for Pediatric Urology (SPU), the Society for Radiologists in Ultrasound (SRU)). Basándose en la experiencia y en la literatura publicada se establecieron distintos grupos pre y postnatales. Con respecto al DAP se determinó como normal un DAP <4 mm entre las semanas 16-27 de edad gestacional y <7 mm a partir de la semana 28. El DAP postnatal debe medirse a partir de las 48 horas del nacimiento y se considera normal por debajo de 10 mm⁵¹.

Pero aparte del DAP hay que considerar otros parámetros que se alteran con la hidronefrosis y son predictores de patología renal postnatal, como la dilatación de los cálices renales o la alteración del parénquima renal¹²⁴.

La relación entre el DAP y el tamaño del riñón mayor del 50% también se ha utilizado para indicar una hidronefrosis fetal significativa¹²⁵. Otros autores consideran la presencia de caliectasias por sí misma una anomalía significativa, independientemente del tamaño de la pelvis renal¹²⁶.

Hay trabajos que proponen 5 grados de dilatación del TU teniendo en cuenta el DAP y la dilatación de los cálices renales⁴⁷. La clasificación de la SFU está formada por 4 grados que subjetivamente evalúan la dilatación de la pelvis renal, la dilatación de los cálices renales, y la afectación del parénquima renal, con distintos parámetros dependiendo de la edad gestacional¹⁷. Durante el segundo trimestre la SFU considera hidronefrosis leve un DAP entre 4-7 mm, moderado entre 7-10 mm y grave > 10 mm. Durante el tercer trimestre, la categoría leve correspondería a un diámetro de 7 a 9, moderado de 9 a 15 y grave >15 mm. Este mismo sistema de clasificación se ha seguido usando para la evaluación de la hidronefrosis postnatal.

En el consenso multidisciplinar citado anteriormente también se definieron dos grupos antenatales (A1 y A2-3) y 3 postnatales (P1, P2 y P3). Se introdujeron como variables el DAP, la dilatación calicial, parénquima renal, dilatación ureteral, y la afectación vesical (Tablas 2 y 3). Al introducir la dilatación ureteral y la afectación vesical, se incluyen pacientes que antes con la clasificación de la SFU no estaban

considerados y que potencialmente pueden ser de riesgo para el desarrollo de patología postnatal o de aparición de infecciones del tracto urinario (ITU).

Si observamos en nuestra serie los pacientes clasificados como normales (no hidronefrosis) en las distintas ECO prenatales según ambos sistemas de clasificación (SFU y UTD) vemos que es un número similar tanto en la ECO prenatal 1: un 19, 21% (29 casos) según la SFU y un 17,2% (26 casos) según la DTU; como en la ECO 3: 27, 8% (42 casos) según la SFU y 29,8% (45 casos) según la DTU.

En la primera ecografía postnatal (al mes de vida) se observa que el número de unidades renales clasificadas como normales (sin hidronefrosis) según la clasificación DTU (57 casos) es mayor que si aplicamos la clasificación de la SFU (44 casos). Posiblemente sea porque entre los 57 de la DTU estén los incluidos en el grupo I según la SFU⁹⁷.

En ambos sistemas de clasificación hay grupos considerados de alto riesgo: grados III y IV de la SFU y A2-3 antenatal y P2 y P3 postnatal en la DTU⁶⁶. En la clasificación prenatal según DTU el número de casos incluidos dentro del grupo de alto riesgo A2-3 es mayor que si los clasificamos según la SFU en grados III y IV (en la ECO 1: 63 según la DTU y 19 según SFU y en la ECO 3: 76 según DTU y 41 según SFU) Los autores que describen la clasificación DTU consideran que la precisión ecográfica prenatal es más compleja y en ocasiones no es posible distinguir entre dilatación de cálices centrales o periféricos, por ello los grupos son más amplios⁶⁶. En nuestra serie muchos casos han sido clasificados como alto riesgo dentro del grupo A2-3, posiblemente al tener en cuenta el DAP. Dichos casos serían considerados grados I o II según la SFU ya que en esta clasificación no está incluido como parámetro el DAP.

Hay autores que clasificaron su serie de hidronefrosis postnatal según ambos sistemas de clasificación (DTU y SFU) y los dividieron en grupos de bajo riesgo (I/II y P1) y alto riesgo (III/ IV y P2/P3) Se observa que el número de casos incluido en ambos grupos es similar si se comparan ambos sistemas de clasificación⁶⁶. En la serie de Hodhod A. et al, ocurre algo similar¹²⁷. En nuestra serie se aprecia algo equiparable en la primera ECO postnatal (1 mes de vida): 55 pacientes de alto riesgo según SFU (III y IV) y 55 según DTU (P2 y P3). La clasificación DTU al incluir un grupo más en la clasificación postnatal (P1, P2, P3) permite discriminar mejor los pacientes que la antenatal (A1, A2-3) y es más comparable a la SFU.

5.2 Resolución de la hidronefrosis prenatal

La mayor frecuencia de las hidronefrosis suelen ser transitorias y se resuelve del 41-88% de los casos dependiendo de las series. Representan la expresión de los cambios fisiológicos de un crecimiento normal del riñón y de la pelvis renal sumado a un incremento de la producción fetal de orina^{15,17}. En nuestra serie hay mayor resolución durante el embarazo de las hidronefrosis bilaterales: de 10 casos que se corrigen de la ECO prenatal 1 a la 2, 9 (90%) eran bilaterales y uno unilateral (10%). En el paso de la ECO prenatal 2 a la 3 de los 32 casos que se resolvieron 29 son bilaterales (90,6%) y 3 unilaterales (9,4%). ($p < 0,0001$) Es decir hay una mayor resolución de los casos bilaterales, que podría explicarse por una falta de maduración de la zona de la unión pieloureteral.

Por otro lado, en nuestra serie se han corregido 42 UR con hidronefrosis durante el embarazo (27, 81%), de las cuales 38 eran grado I (90,4%) y 4 grado II (9,6%). Ninguno de los casos con hidronefrosis grado III y IV se corrigió durante el embarazo. Sidhu et al⁴³ hicieron un revisión sistemática y un metaanálisis sobre las hidronefrosis prenatales aisladas, y observando que aquellas con grado I o II tenían 5 veces más probabilidades de resolución que los grados III o IV.

Si tenemos en cuenta el DAP, hay trabajos que muestran como de 119 neonatos que presentaban una hidronefrosis prenatal leve ($DAP < 10$ mm) 116 (97,5%) se resolvieron o se mantuvieron en un grado leve y de 49 clasificadas como moderadas 39 (80%) se solucionaron o involucionaron a leves⁶⁴. Otros estudios muestran hallazgos similares con respecto a la hidronefrosis prenatal y con la evolución postnatal de la hidronefrosis leve y moderada observando resoluciones del 90 y 75% respectivamente⁶⁵. Coelho evaluó a 192 pacientes con hidronefrosis prenatal con un seguimiento postnatal medio de 24 meses. La medición del DAP fue a partir de la semana 28 de EG79 presentaban una dilatación leve (DAP 5-9.9 mm), desapareciendo la dilatación postnatalmente en todos menos 3 (97%) y de los 53 con moderada (DAP 10-14,9 mm) lo hicieron 46 (78%)¹²⁸. El DAP medio de nuestros casos que se corrigieron durante el embarazo fue de 6,6 mm en la ECO 1 y de 6,58 en la ECO 2. Si lo comparamos con los que no se resolvió vemos que el DAP medio de éstos es mayor, siendo de 8,06 en la ECO 1 y de 11,63 mm en la ECO 2 ($p < 0,0001$).

De nuestros datos puede observarse que de los 109 casos que aún presentaban hidronefrosis en la última ecografía prenatal (ECO 3) se solucionaron al nacimiento 22 casos (20,18%), de los cuales 19 eran grado I (86,33%) y 3 grado II (13,64%). Por lo tanto en nuestra serie se han resuelto durante el embarazo el 27,81% y el 20,18% al mes de vida, que es cuando hicimos el primer control postnatal.

Existen estudios prospectivos diseñados para evaluar la tasa de resolución y la intervención quirúrgica en pacientes con hidronefrosis prenatal. Los autores observaron que más del 90 % de los pacientes con hidronefrosis grado I y II se corregían en una media de 12,7 y 18,1 meses. 75% de los pacientes con grado III se resolvían en 21,4 meses y 48% de los grados IV en una media de 18 meses. Sus datos no difieren de los pacientes clasificados con el sistema DTU, y su recomendación de seguimiento no varía con respecto al tipo de clasificación seguida⁶⁶. Zee et al muestran hallazgos similares de los grados I a los 24 meses y del grado II a los 48 meses¹²⁹.

5.3 Variables relacionados con la estenosis pieloureteral (EPU)

5.3.1 Grados de hidronefrosis

Según se observa en lo publicado en la literatura, los grados III y IV de hidronefrosis según la clasificación de la SFU están asociados con mayor probabilidad a obstrucción postnatal. El grado de hidronefrosis según la clasificación de la SFU puede diagnosticar obstrucción con una sensibilidad y especificidad del 88 y 95 % respectivamente^{129,130}. Karnak I e al.²⁵ mostraron que el 49% de los pacientes con hidronefrosis grado IV de su serie requirieron cirugía. En nuestra serie de HNP hemos observado que los grados III y IV en las distintas ECO prenatales se correlacionan con más frecuencia con EPU postnatal ($p < 0,0001$). El 100% de los casos que en la ECO 1 tenían hidronefrosis grado IV y el 91,67 % de los que tenían ese mismo grado en la ECO 3 se diagnosticaron de EPU. Lo mismo ocurre en los grados III: 80% de los grados III en la ECO 2, 78,57 % de los de la ECO 2 y 76,47 % de los de la ECO 3 presentaron EPU. Es decir, cuanto antes se diagnostique un grado III ó IV más probable es el diagnóstico de EPU postnatal. En el lado contrario encontramos que si una UR se clasifica como grado I es muy poco probable que tenga una EPU: el 12,2 % de los grados I en la ECO 1, el 5,7 % de ese mismo grado en la ECO 2 y el 1,9 % en la ECO 3 tuvieron EPU. Se puede observar que es más probable que no se diagnostique de EPU si tiene un grado I en la última ecografía prenatal (ECO 3) frente a si el grado I es observado en la primera ECO prenatal (ECO 1), ya que puede incrementar el grado a lo largo del mismo (ver tabla 9). Hay autores que emplearon el sistema de clasificación DTU para sus 203 casos de hidronefrosis prenatal; observando que los casos clasificados como A1 se resolvían con más frecuencia (77,8%) que los A2-3. Ningún paciente clasificado como normal desarrolló EPU y el 29 % de los A2-3 presentó una uropatía obstructiva frente al 5% del grupo A1. De todos los casos de uropatía obstructiva el 90,9% eran del grupo A2-3¹²⁸. En nuestra serie, los pacientes clasificados como A1 en las ECO 1, 2 y 3, la mayoría no presentaron EPU al nacimiento ($p < 0,0001$). También se ha observado que la mayoría de los clasificados como A2-3 en las distintas ECO prenatales se diagnostican de EPU, pero este dato no es estadísticamente significativo (Tabla 11). Todos estos resultados son similares a los mostrados por los autores que emplean este sistema de clasificación¹²⁸.

Si tenemos en cuenta la hidronefrosis postnatal, hemos observado que en la ECO efectuada en el primer mes de vida vemos que el 94, 11% de las UR clasificadas como grado II son hidronefrosis no obstructivas y el 93,9% de los grados IV se diagnosticaron como EPU ($p < 0,001$) Sin embargo la mitad de las UR grado III tendrán una EPU y la otra una hidronefrosis no obstructiva que no requerirá tratamiento quirúrgico. Braga et al., corroboran que los pacientes clasificados como alto grado según la SFU (grados III/IV) tienen mayor probabilidad de desarrollar una EPU (32%) frente a los de bajo grado (I/II) (3%)⁶⁶, reflejando resultados similares con el sistema de clasificación DTU:31% de los casos con un grado P 2/3 se les realizó pieloplastia por EPU, frente a un 1% de los de grado I. En nuestra serie también observamos que el 93,9 % de los casos del grupo P3 en la primera ECO postnatal tienen una EPU, mientras que solo la presenta el 1% de los clasificados como P1 ($p < 0,0001$) Braga et al.⁶⁶ por tanto, consideran que ambos sistemas de clasificación (SFU y DTU) sirven para predecir la evolución de la HNP. En nuestra serie vemos que el sistema de clasificación de SFU nos predice la probabilidad de EPU tanto en las ECO prenatales como en la primera ECO postnatal, siendo más frecuente su presencia en los pacientes de alto grado (III/IV) (el 80 % y el 100% de los grados III y IV la ECO 1 desarrollarán EPU; el 78,5% y el 100% de los grados III y IV de la ECO 2; el 76,4% y el 91,6 % de los grados III y IV de la ECO 3 y el 93,9% de los grado IV en la primera ECO postnatal) Si por el contrario utilizamos el sistema DTU observamos que en las ECO prenatales los casos que están clasificados como bajo riesgo (A1) es poco probable que tengan EPU (el 9,4% de la ECO 1; el 12,5% de la ECO 2 y el 10% de la ECO 3), mientras que si están clasificados como alto riesgo (A2-3) no hay una significación estadística que indique que vayan a desarrollar EPU (el 61,9% de A2-3 de la ECO 1 tendrán EPU, el 60% en la ECO 2 y el 55,3 % en la ECO 3). Sin embargo en la ECO postnatal, los de alto riesgo (P3) sí que tienen más probabilidades de EPU de manera significativa (el 93,9% del grado P3).

Hay otros autores que también han intentado comparar ambos sistemas de clasificación, y han observado que el sistema de clasificación DTU predice la necesidad de intervención quirúrgica mientras que el sistema SFU la probabilidad de resolución. Hodhod y sus colaboradores consideran que ambos sistemas de clasificación son válidos y que el sistema DTU ofrece algunas ventajas sobre el SFU, como la posibilidad de recoger la dilatación ureteral como parámetro para la clasificación, ya que la dilatación ureteral por si sola aumenta la probabilidad de ITU^{113,127}. Por ello Braga et al. no

encuentran diferencias entre ambos sistemas de clasificación, ya que evalúan hidronefrosis aislada y no hay casos con dilatación ureteral⁶⁶.

5.3.2 Diámetro Antero-Posterior de la Pelvis Renal

Diferentes trabajos de la literatura muestran que a mayor DAP hay mayor probabilidad de uropatía, de intervención quirúrgica, más riesgo de ITU y una tasa más baja de resolución de la hidronefrosis^{23,114}. En nuestra serie hay una diferencia significativa entre el DAP medio en los casos diagnosticados de hidronefrosis no obstructiva y los que presentaron EPU en las distintas ECO prenatales: 6, 51 mm vs 10,52 mm en la ECO prenatal 1, de 8, 13 mm vs 15, 49 mm en la ECO 2 y de 8, 45 mm vs 19,86 mm en la ECO 3 (Tablas 13 y 14).

Hay estudios que dividen los pacientes en grupos en función del DAP durante el segundo y tercer trimestre de gestación, y observando que el 54,3% de los clasificados como hidronefrosis grave ($DAP \geq 10$ mm en el segundo y ≥ 15 mm en el tercer trimestre) y el 4,9% de las hidronefrosis leves ($DAP \leq 7$ mm y ≤ 9 mm en el segundo y tercer trimestre de gestación) presentaban EPU⁴⁹.

Existe una correlación entre la magnitud del DAP y la presencia de obstrucción en el TU. Coelho et al.¹¹³ establecieron distintos grupos en función del DAP y demostraron que el mejor punto de corte para identificar a los pacientes con riesgo de intervención quirúrgica fue un DAP de 15 mm prenatal, con una sensibilidad de 89% y una especificidad de 88%. Consideran una zona intermedia en la que es difícil discernir si la evolución va a ser hacia la EPU o hacia una hidronefrosis idiopática no obstructiva. Esto mismo ocurre en nuestra serie en las 3 ECO prenatales. Hemos establecido en cada una de ellas dos puntos de corte, encontrando que por encima del valor superior el VPP es muy alto y por debajo del inferior el VPN. En la ECO 1 para el corte de 10 mm hay un valor predictivo positivo de 73,08% y por debajo de 7 mm un VPN de 83,61%, en la ECO 2 por encima de 15 mm un VPP de 78,79% y por debajo de 9 mm un VPN de 98,79% y en la ECO 3 por encima de 17 mm un VPP de 91,67% y por debajo de 12 mm un VPN de 97,73%. En esta línea se puede mostrar según algunos estudios⁷⁹ con el análisis de sus curvas ROC un corte de 15 mm a partir del cual sugiere una patología urológica obstructiva en el 80 % de los fetos con una sensibilidad y especificidad de 73 y 82% respectivamente. En una muestra más pequeña Gramellini et al¹³² consideran que el punto de corte de 12 mm en el tercer trimestre es el que mejor discierne sobre el

diagnóstico de patología obstructiva, con un VPP del 52% y una sensibilidad del 61%. Estos datos sirven para establecer grupos de riesgo y en función de ellos clasificar los casos en leves, moderados y graves según el DAP⁴⁹.

5.3.3 Corteza renal

El adelgazamiento cortical en las ECO prenatales está altamente relacionado con patología renal postnatal, afirmación que hemos constatado en nuestra serie^{21, 133}. El 100 % de los casos con cortical adelgazada en la ECO prenatal 1 y 2 se correlaciona con EPU postnatal y el 91,67% de los que la tienen en la ecografía prenatal 3. Longpre et al. demostró que la única variable predictora de intervención es el DAP, mientras que el grado IV de SFU predice la probabilidad de no resolución²¹. Este hallazgo es corroborado por Arora et al. que muestran como la variable que mejor predice la necesidad de intervención es el DAP, seguido del grado IV¹³³.

5.3.4 Uni/ Bilateralidad

En el tercer trimestre de gestación existe una expansión total del volumen corporal que se acompaña de retención de 900 a 1000 mEq/L de sodio y de 6 a 8 L de agua, distribuidas entre el feto, líquido amniótico y los espacios extracelulares e intracelulares de la madre- feto^{28, 80}. Este aumento de líquidos podría producir una hidronefrosis bilateral leve que desaparecería en el momento del nacimiento. En nuestra serie en la ECO postnatal del primer mes de vida de los 22 pacientes en los que se ha corregido la hidronefrosis 17 eran bilaterales (77, 27%) y 5 unilaterales (22,73%) ($p < 0,0001$). Es decir, la resolución de la hidronefrosis es mayor en los casos bilaterales frente a los unilaterales, dato que apoya la teoría anteriormente propuesta. Sin embargo si analizamos los casos unilaterales no observamos una mayor predisposición a desarrollar EPU, ya que la proporción de EPU (54,31%) e hidronefrosis no quirúrgica es similar (45, 61%).

5.4. Función renal diferencial (FRD)

5.4.1 Hidronefrosis prenatal y afectación de la FRD

La presión dentro de la pelvis renal es normalmente cercana a cero. Cuando esta presión aumenta debido a una obstrucción, los cálices y la pelvis se dilatan. El grado de hidronefrosis que se desarrolla dependerá de la duración, grado y punto de la obstrucción. Cuanto mayor es la obstrucción, mayor es el efecto adverso que se produce sobre el riñón. En una extensa revisión de niños con diagnóstico prenatal de hidronefrosis¹³⁴ se concluyó que aquellos con un DAP > 50 mm tendrían una alteración de la función renal. Kim y sus colaboradores mostraron que el DAP también podía predecir la pérdida de función del riñón afecto. En su estudio de 229 niños la probabilidad de que la FRD fuese <35% en niños con un DAP medio de 11 mm a las 20-24 semanas de edad gestacional y de 22 mm en la 28-32 fue del 28% y 30% respectivamente⁴³. Sin embargo Koff recalca el efecto protector de la dilatación de la pelvis renal en la afectación del parénquima renal y considera que la hidronefrosis no es sino el mecanismo compensador destinado a proteger el riñón del aumento de la presión¹³⁵. De hecho si la pelvis es intrarrenal y hay una EPU toda la presión se transmite directamente al parénquima¹³⁶ al contrario de lo que ocurre si es extrarrenal en la que solo se transfiere parte. La pelvis extrarrenal está englobada en la grasa retroperitoneal y ante una EPU se dilata más fácilmente que la intrarrenal, quitando presión a los cálices y retardando el daño del parénquima. Nosotros hemos intentado comprobar si un aumento del DAP muy grande podía servir como cámara de protección y minimizar la afectación de la función renal. Para ello hemos establecido dos grupos dentro de los casos con una cortical adelgazada en la ECO 3; los que tenían un DAP > 25 mm y un DAP < 20 mm. La FRD del grupo con DAP < 20 mm presentó ligeramente una FRD mayor que los que tenían un DAP > 25 mm (30, 5% vs 32%) pero sin significación estadística (Tabla 25).

En fases tempranas, la musculatura de la pelvis renal sufre una hipertrofia compensadora en un esfuerzo para que la orina traspase la obstrucción. Tardíamente estas fibras se vuelven atónicas y la hidronefrosis se descompensa.

Las primeras alteraciones que se producen en la hidronefrosis ocurren en los cálices. La parte final de los mismos es cóncava para alojar a la papila y los

incrementos de la presión redondean los fornix. La persistencia de esta presión en la pelvis aplana la papila y la vuelve cóncava por la suma de la compresión y la isquemia. Por todo ello, el parénquima renal situado entre los cálices es el que se afecta en menor medida. Los cambios que se producen en el parénquima renal son debidos a:

(a) Atrofia por compresión por incremento de la presión en la pelvis renal (más acusado en las pelvis intrarrenales.

(b) Atrofia isquémica por los cambios hemodinámicos principalmente manifestado en los vasos arcuatos que discurren desde la base de las pirámides paralelos al contorno del riñón y que son más vulnerables a la compresión entre la cápsula renal y el aumento de la presión de la pelvis en la zona central.

Esta atrofia parcheada está facilitada por el característico aporte sanguíneo del riñón. Las arteriolas renales son arterias finales y por lo tanto la isquemia es más acusada en las zonas más alejadas de las arterias interlobulillares y las células que más resisten a esta presión son las más cercanas a las arterias principales.

El aumento de presión es transmitido a través de los túbulos que eleva la presión intratubular, induciendo vasoconstricción y disminución del flujo glomerular^{23,137}. Esta respuesta está regulada por las nefronas locales y mediada por la angiotensina II y los tromboxanos^{138,139}. El daño tubular que ocurre en la obstrucción del TU está producido por el incremento de presión intratubular y posteriormente por la atrofia inducida por la isquemia y/ la inflamación^{138,140}. La combinación de la atrofia tubular y la respuesta inflamatoria celular mantenidos durante tiempo pueden llevar a un daño renal irreversible y a fibrosis intersticial que limita la posibilidad de recuperación renal cuando se resuelve la obstrucción¹⁴¹⁻¹⁴³.

Las consecuencias de la obstrucción del TU se pueden evaluar de manera indirecta con la ECO, midiendo los grados de hidronefrosis y determinando ciertos parámetros como el adelgazamiento del parénquima renal, la alteración de la ecogenicidad y la pérdida de diferenciación córticomedular. El daño renal se puede confirmar mediante la gammagrafía renal. El renograma diurético con MAG 3 permite dilucidar si existe obstrucción y en su fase glomerular (primeros 3 minutos) determinar la función renal diferencial (FRD) y con ello confirmar los hallazgos ecográficos que suponían una afectación de la corteza renal⁹⁷.

La ECO prenatal nos permite pronosticar que pacientes van a tener una FRD alterada, ya que la detección de la afectación de la corteza renal prenatal suele corresponder con una disminución de la FRD en la gammagrafía. En la literatura existen

series¹⁴⁴ que muestran que el 58 % de los casos en los que en la ECO prenatal se aprecia adelgazamiento de la corteza renal y el 12% de los que tienen una cortical normal tienen una FRD menor del 45%. Nuestra serie también coincide en esta correlación, el 70,83% de los casos con una cortical adelgazada en la ECO prenatal 3 tiene una FRD < 40% en el renograma ($p < 0,0001$). Mientras que solo el 7, 69% de los que tienen una ECO normal tienen una FRD < 40% ($p < 0,0001$). Cuanto más corteza esté adelgazada mayor será la afectación de la FRD. Este dato se confirma por distintos autores¹⁴⁵ y muestran que los casos con una pérdida de menos de la mitad del parénquima renal tienen una FRD media del 38% (rango 18-43) y los que han perdido más de la mitad presentaron una FRD media del 26% (rango: 7-34) Otros autores concluyen con sus trabajos que los niños con hidronefrosis y afectación cortical difusa tienen menor FRD que aquellos que tienen una afectación cortical segmentaria¹³⁸. Nietzsche también correlacionó los hallazgos ecográficos con la función renal, observando que de 142 riñones hidronefróticos controlados el 10 % tenían una FRD < 40% y que todos ellos correspondían a pacientes con atrofia cortical en la ECO¹⁴⁶.

Como hemos comentado anteriormente, el tiempo de obstrucción afecta a la función renal. Estudios experimentales en animales así lo confirman. Dichos estudios muestran como el tiempo de obstrucción está implicado en la severidad de la nefropatía obstructiva¹⁴⁷. Tras la obstrucción ureteral completa en ratas es posible recuperar la tasa de filtrado glomerular si la obstrucción cede tras una semana pero no lo hace si persiste después de 12 semanas¹⁴⁸.

Algunos de los trabajos de la literatura corroboran este hecho analizando el tiempo que transcurre desde que se diagnostican de EPU y hasta que se intervienen, para comprobar si el tiempo de evolución influye en la obstrucción. Capolicchio et al., compararon en su serie la FRD de los pacientes con EPU con diagnóstico prenatal y postnatal. La FRD media del grupo de casos diagnosticados postnatalmente fue de 36,9 % y los detectados prenatalmente fue de 45,4 %. El número de casos con una FRD < 40% fue mayor en el grupo de diagnóstico postnatal. Concluyen afirmando que si se diagnostica prenatalmente el tiempo de evolución es menor y por tanto la función es mejor¹⁴⁹.

En el análisis de la FRD de nuestra serie observamos que aquellos casos en los que la corteza renal se afecta en etapas más tempranas del embarazo, y por tanto se detecta en las primeras ECO (ECO 1), tienen una FRD peor que si la atrofia cortical aparece al final (ECO 3) (FRD media de 21,67 % si se detecta en la ECO 2 y 38% si

aparece en la ECO 3) Estos datos se pueden ver gráficamente en los histogramas de las gráficas 22-24; En esas mismas gráficas se puede observar la FRD de los distintos grados de la SFU en las ECO 1, 2 y 3. Los grados I, II y III tienen una FRD media >40% excepto los diagnosticados como grado IV. Sibai et al.¹³⁸ también muestran que excepto los que clasifican como IVB (definido como afectación cortical difusa) el resto de grados suelen tener una FRD>40% (35%).

El tiempo de evolución de la obstrucción también influye en los cambios histológicos que se producen en el parénquima renal. Hay una correlación entre la FRD que se observa en el renograma y la histología. Lama et al., analizaron las biopsias renales de pacientes intervenidos de pieloplastia y vieron que la FRD era mayor en los que no existían cambios histológicos¹³⁹. Existe correlación inversa entre el grado de displasia renal y la edad gestacional^{139,150} en la que se produce la obstrucción. En nuestra serie no hemos hecho biopsias renales que puedan confirmar este hecho pero se pone de manifiesto al observar una FRD menor en los pacientes con atrofia cortical desde la ECO de la semana 20. Una obstrucción temprana produce displasia renal, posiblemente por la isquemia vasoconstrictiva causada por el incremento de la producción de mediadores vasoconstrictores como el tromboxano A2 y la fibrosis intersticial progresiva del riñón obstruido, en parte por la activación de factores como el β 1 por el sistema renina-angiotensina¹⁵¹.

5.4.2 Recuperación de la FRD después de la cirugía

En la literatura existe controversia con respecto al momento de la intervención de los pacientes asintomáticos con hidronefrosis obstructiva. Autores como King et al. prefieren intervenir una vez diagnosticada la obstrucción para evitar daño renal¹⁵². Consideran que es mejor prevenir el deterioro de la función renal ya que no es probable una gran recuperación de la FRD posterior a la cirugía. Nosotros seguimos esta actitud y cuando observamos una curva de eliminación obstructiva decidimos operar aunque la FRD no esté alterada. Sin embargo otros como Koff y Campbell abogan por observación y solo intervenir quirúrgicamente los casos en los que existe un deterioro de la función renal ya que consideran que la pérdida de función puede mejorar después de la intervención¹⁵³. En nuestra serie apreciamos que hay cierta recuperación de la FRD en los pacientes diagnosticados de EPU después de la intervención, tanto en los que tienen la cortical ecográficamente normal como en los que la tienen adelgazada (Tabla 21). Otros autores también han observado una mejoría de la FRD postpieloplastia pero con diferencias no significativas¹⁴⁹. Los estudios experimentales con obstrucción parcial ureteral en modelos animales también apoyan una recuperación de la función no significativa después de solventar una obstrucción crónica^{153,154}. Hay series en las que se aprecia una mejoría de la FRD pero el primer renograma diurético se realiza antes del mes de vida^{149, 155, 156}. Este dato es importante, ya que si se efectúa esta prueba en neonatos menores de un mes, la mejoría de la FRD puede deberse también en parte por la maduración renal en el flujo sanguíneo y en la filtración glomerular^{157,158}.

Ransley et al. popularizaron el manejo conservador de riñones hidronefróticos con una buena FRD¹⁵⁸. En su serie se puede observar un deterioro del 14% de los casos con una buena FRD. Pero se aprecia que en el 64% de ese 14 % no se recuperó la función después de la pieloplastia. El autor concluye recomendando la necesidad de identificar los casos en los que hay una pérdida de función e intervenirlos antes de que el deterioro sea muy significativo. Otros autores han confirmado estos hallazgos aunque la proporción de pacientes que necesitan cirugía varía ampliamente. En la serie de Madden et al.¹⁵⁹ el 21% de los pacientes de los pacientes manejados de manera conservadora requirió intervención por empeoramiento en la ECO o en la FRD del renograma. En estudios prospectivos¹⁶⁰ se estudiaron 104 RN y demostraron que el 22%

requirió pieloplastia por aumento de la hidronefrosis o disminución de la FRD. En otras series este porcentaje aumenta al 35% o incluso al 45% de los pacientes^{159, 161}. En estudios randomizados que intentan dilucidar la mejor opción terapéutica de la EPU se observa que de un 20 a un 25% de los seguidos de forma conservadora requiere cirugía^{120, 134}. De estos trabajos se puede concretar que entre un 20 a 40 % de los casos que se manejan inicialmente sin cirugía tienen que ser intervenidos por empeoramiento durante su seguimiento.

El punto clave expresado por algunos autores es si aquellos pacientes que sufren un empeoramiento de la FRD pueden recuperarla después de la cirugía o se trata de un daño irreversible⁴⁹. Se ha podido demostrar en la literatura que la pérdida de función es transitoria y la función después de la pieloplastia es similar en el grupo manejado de manera conservadora y en el tratado quirúrgicamente desde el inicio⁵³. Otros autores muestran hallazgos similares con recuperación de la función después de la intervención^{97, 134, 145}. Por otro lado MacNeily et al¹⁶² en su serie solo observa un 11% con mejoría de la función y un 23% en los que empeora.

En nuestro estudio hemos analizado cómo afecta el momento del embarazo en el que se atrofia la corteza renal y si esto influye en la capacidad renal para recuperar su función. Es decir, si el tiempo de evolución de la obstrucción prenatal influye en la FRD y en su capacidad de recuperación una vez reparada la obstrucción. Para ello hemos analizado la recuperación de la FRD en los casos que tenían adelgazada la corteza renal desde la ECO 1 y en los que aparece la atrofia cortical en la ECO 3 y anteriormente era normal. Se observa que el tiempo de evolución influye en la capacidad de recuperación de la FRD, ya que los que tienen adelgazada la cortical desde la ECO 1 recuperan una media de 1,83 puntos mientras que en el grupo de afectación cortical al final del embarazo (ECO 3) la media de recuperación es de 6,4 puntos. La FRD media prequirúrgica de la que partimos en el grupo que tiene la corteza alterada desde la ECO 1 (29,17%) es menor que la FRD media del grupo que tiene la cortical afecta en la ECO 3 y no antes (34,4%), pero esta diferencia de no es estadísticamente significativa y por lo tanto no debería interferir en la posibilidad de recuperación funcional marcado por el tiempo de evolución. Estos datos obtenidos en nuestra serie no se pueden comparar con otros trabajos de la literatura, ya que los autores analizan la función de los pacientes con hidronefrosis prenatal en general sin particularizar en el momento prenatal en el que se hace el diagnóstico. En esta línea Capolicchio et al. observaron que los pacientes con un diagnóstico prenatal tenían una mayor recuperación de la FRD que los que se

diagnosticaban más tardíamente pero sin una relevancia estadística (2,6 puntos los que tenían diagnóstico prenatal y 1,8 los postnatales)¹⁴⁹. Estos datos podrían ser extrapolables a los nuestros, en los que observamos una mayor recuperación de la FRD en los que tienen menor tiempo de evolución. En la serie publicada por Onen et al. muestra que los casos con una atrofia cortical menor de la mitad del riñón recuperan la FRD en 3 puntos de media (grado III según su sistema de clasificación) y si la atrofia es mayor de la mitad del parénquima (grado IV según su clasificación) lo hacen en 9 puntos de media. Pero hay que puntualizar que en su serie los denominados grados III parten con una FRD mejor que los de grado IV (38 % y 26 % respectivamente)¹⁴⁵.

6 . Conclusiones

1. El grado de hidronefrosis según la clasificación de la SFU y el momento del embarazo en el que se detecte influye en la probabilidad de diagnóstico de EPU. La mayoría de los grados III y IV se confirman como EPU postnatal. Por el contrario es excepcional que un caso clasificado como grado I tenga una EPU durante su evolución.
2. Cuanto antes se diagnostique de alto grado mayor es la probabilidad de diagnosticarse de EPU.
3. La clasificación DTU prenatal no ofrece mayor clarividencia para el diagnóstico de EPU en las hidronefrosis aisladas que la clasificación de la SFU. Solo nos indica que los clasificados como bajo grado (A1) tienen poca probabilidad de EPU, sin embargo los de alto grado (A2-3) no saben si finalmente la tendrán. La clasificación de la SFU si es capaz de mostrar una mayor probabilidad de EPU en los casos de alto grado.
4. En la clasificación DTU postnatal para las hidronefrosis aisladas si influye el grado para el diagnóstico de EPU. Las UR con grado P3 tienen mayor probabilidad de EPU (el 93,3%) que las P1 o P2. Por el contrario los clasificados como P1 tienen poca probabilidad de EPU (el 88,2% tendrán una hidronefrosis no obstructiva).
5. El adelgazamiento cortical es determinante para el desarrollo de una hidronefrosis obstructiva (EPU). (el 100% de los que la tenían adelgazada en la ECO 1 (21- 27 semanas de EG), el 100% de los que la tenían en la ECO 2 (28-31 semanas de EG) y el 91,6% de los de la ECO 3 (32-36 semanas de EG)).
6. Los casos con un DAP > de 10 mm en la ECO 1, un DAP > de 15 mm en la ECO 2 y un DAP > 17 mm en la ECO 3 tienen mucha probabilidad de EPU al nacimiento con unos VPP de 73,08%, 78,95% y 91,67% respectivamente. Por el contrario aquellos con un DAP < 7 mm en la ECO 1, < 9 mm en la ECO 3 y < de 12 en la ECO 3 tienen muy poca probabilidad de desarrollarla con unos VPN de 80,8%, 78,79% y 83,46% respectivamente.
7. La mayoría de las hidronefrosis bilaterales se corrigen durante el embarazo o al nacimiento (Sin embargo la mayoría de las unilaterales acaba desarrollando EPU) El 75% de las hidronefrosis bilaterales que no se resuelven durante el embarazo se diagnostican de hidronefrosis no obstructiva.

8. El momento en el que aparece el adelgazamiento cortical está relacionado con la FRD. Si se aprecia atrofia cortical en la ECO 1 la FRD será menor que si lo hace en la ECO 3 (21,6% y 38 % respectivamente).
9. Después de la pieloplastia la recuperación de la FRD es mayor si la corteza renal se afecta en una etapa más avanzada del embarazo. Si la corteza está adelgazada en la ECO 1 la recuperación es de una media de 1,83 puntos mientras que si aparece adelgazada en la ECO 3 y no lo estaba antes es de 6,4 puntos.
10. Existe una correlación entre los hallazgos ecográficos que indican una posible afectación de la función renal como el adelgazamiento cortical, y la FRD medida en el renograma. La mayoría de los casos que presentaban una cortical adelgazada en la ECO 3 presentan una FRD <40%.

7. Bibliografía

1. Helin I, Person PH. Prenatal diagnosis of urinary tract abnormalities by ultrasound. *Pediatrics* 1986; 78: 879- 883.
2. Aksu N, Yavascan O, Kangibn M, Kara OD, Aydin Y, Erdogan H, Tuncel TC, Cetinkaya E, Ozbay E, Sandikciuglu TG. Postnatal management of infants with antenatally detected hydronephrosis. *Pediatr Nephrol* 2005; 20: 1253-1259.
3. Ismaili K, Hall M, Donner C, et al. Results of systematic screening for minor degrees of renal pelvis dilatation in an unselected population. *Am J Obstet Gynecol* 2003; 188: 242-6.
4. Coplen DE, Ausin PF, Yan Y, et al. The magnitude of fetal renal pelvic dilatation can identify obstructive postnatal hydronephrosis and direct postnatal evaluation and management. *J Urol* 2006; 176: 724-7.
5. Morin L, Endron M, Crombleholme TM, et al. Minimally hydronephrosis in the fetus: clinical significance and implications for management. *J Urol* 1996; 155: 2047-9.
6. Hothi DK, Wade AS, Gilbert R, et al. Mild fetal renal pelvis dilatation-much ado about nothing? *Clin J Am Soc Nephrol* 2009; 4: 168-77.
7. Blachar A, Blachar Y, Livne PM, Zurkowski L, Pelet D, Mogilner B. Clinical outcome and follow-up of prenatal hydronephrosis. *Pediatr Nephrol* 1994; 8: 30-35.
8. Tam TC, Hodson EM, Choong KK et al. Postnatal diagnosis and outcome of urinary tract abnormalities detected by antenatal ultrasound. *Med J Aust* 1994; 160: 633-637.
9. Owen RJ, Lamont AC, Brookes J. Early management and postnatal investigation of prenatally diagnosed hydronephrosis. *Clin Radiol* 1996; 51: 173- 176.
10. Gokce I, Biyikli N, Tugtepe H, Tarcan T and Alpay H. Clinical spectrum of antenatally detected urinary tract abnormalities with respect to hydronephrosis at postnatal ultrasound scan. *Pediatr Surg Int* 2012; 28: 543-552.
11. Murnaghan GF. The dynamics of the renal pelvis and uréter with reference to congenital hydronephrosis. *Br J Urol* 1958; 30: 321-324.

12. Notley RG. Electron microscopy of the upper uréter and the pelvoureteric junction. *Br J Urol* 1968; 40: 37-52.
13. Hanna MK, Jeffs RD, Sturgess JM, Barkin M. Ureteral structure and ultrastructure: Part II. Congenital ureteropelvic junction obstruction and primary obstructive megaureter. *J Urol* 1976; 116: 725- 730.
14. Hanna JK. Antenatal hydronephrosis and ureteropelvic junction obstruction: the case for early intervention. *Urology* 2000; 55: 612- 615.
15. Woodward M, Frank D. Postnatal management of antenatal hydronephrosis. *BJU Int* 2002; 89: 149- 156.
16. Lidfelt KJ, Herthelius M, Soeria- Atmadja S. Antenatal renal pelvis dilatation: 2 year follow-up with DMSA scintigraphy. *Nephrol* 2009; 24: 533- 536.
17. Nguyen H T, Herndon A, Cooper C et al. The Society for Fetal Urology consensus statement on the evaluation and management of antenatal hydronephrosis. *J Ped Urol* 2010;6: 212-231.
18. Harding LJ, Malone PS, Wellesley DG, Antenatal minimal hydronephrosis: is its follow-up an unnecessary cause of concern? *Prenat Diagn* 1999; 19: 701.
19. Mallik M, Watson AR. Antenatally detected urinary tract abnormalities: more detection but less action. *Pediatr Nephrol* 2008; 23: 897-904.
20. Maizels M, Wang E, Sabbagha RE. Late second trimester assessment of pyelectasis (SERP) to predict pediatric urological outcome is improved by checking additional features. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2006; 19: 295.
21. Longpre M, Ngun A, MacNeyily AE, Afshar K. Prediction of the outcome of antenatally diagnosed hydronephrosis: A multivariable analysis. *J Pediatr Urol* 2012; 8: 135- 139.
22. Corteville JE, Gray DL, Crane JP. Congenital hydronephrosis: correlation of fetal ultrasonographic findings with infant outcome. *Am J Obstet Gynecol* 1991; 165: 384-388.
23. Montalvo J, Gómez ML, Costales B, Soler P, Martinez P. Valor del screening ultrasonográfico en la detección de la hidronefrosis prenatal. *Hidronefrosis congénita. Clínicas Urológicas de la Complutense*; Vol 9: 139-157. ISBN: 84-95215-38-1.
24. Liu D, Armstrong W, Maizels M. Hydronephrosis. Prenatal and Postnatal evaluation and management. *Clin Perinatol* 2014; 41: 661- 678.

25. Karnak I, Woo L, Shah S, Sirajuddin A, Ross JH. Results of a practical protocol for management of prenatally detected hydronephrosis due to ureteropelvic junction obstruction. *Pediatr Surg Int* 2009; 25: 61- 67.
26. Langman, *Embriología Médica*. Capítulo 16, páginas: 232-259. Lippincott Willians and Wilkins. España 2012. 12ª edición.
27. Valdes A. *Embriología humana*. Capítulo 9, páginas: 109-132. Editorial Ciencias médicas. La Habana 2010.
28. Carlson BM, *Embriología humana y biología del desarrollo*. 4ª Edición. Capítulo 16, páginas: 403-435. Elsevier Mosby 2009.
29. Lind T, Kendall A. The role of the fetus in the formation of the amniotic fluid. *J Obstet Gynaecol Br* 1972; 79: 289-298.
30. Briggs JS, Duncan RO. Production rate and sources of amniotic fluid at term. *Obstet Gynecol* 1970; 77: 326-332.
31. Rabinowitz R, Peters MT. Measurement of fetal urine production in normal pregnancy by renal-time ultrasonography. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 161: 1264- 1266.
32. Carrera JM, Kurkaj A. *Ecografía en diagnóstico prenatal*. Capítulo 23, páginas: 325-339. Elsevier Masson. España 2008.
33. Callen P. *Ecografía en Obstetricia y ginecología*. Capítulo 16, páginas: 641-675. Elsevier Masson. España 2009.
34. Rosati P, Guaniglia L. Transvaginal assesment of fetal urinary tract in early pregnancy. *Ultrasound Obstet gynecol* 1996; 7: 95- 100.
35. Chamberlain PF, Manning FD, Morrison I, et al. Circadian reflux in bladder volumen in the term human fetus. *Obstet Gynecol* 1984; 64: 657- 660.
36. Cohen ML, Cooper J, Eisenberg P, et al. Normal length of fetal kidneys. *AJR Am J Roentgenol* 1991; 157: 545-548.
37. Odibo AO, Marchiano D, Quinones JN, et al. Mild pyelectasis: evaluating the relationship between gestational age and renal pelvic anterior-posterior diameter. *Prenat Diagn* 2003; 23: 824- 827.
38. Robinson JN, Tice K, Kolm P, Abuhamad AZ. Effect of maternal hydration on fetal renal pyelectasis. *Obstet Gynecol* 1998; 92: 137-141.
39. Graif M, Kessler A, Hart S, et al. Renal pyelectasis in pregnancy: correlative evaluation of fetal and maternal collecting systems. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 167: 1304-1306.

40. Leung VY, Chu WC, Metreweli C. Hydronephrosis index: a better physiological reference in antenatal ultrasound for assesment of fetal hydronephrosis. *J Pediatr* 2009; 154: 116- 120.
41. Blyth B, Snyder HM, Duckett JW. Antenatal diagnosis and subsequent management of hydronephrosis. *J Urol* 1993; 149: 693- 698.
42. Robyr R, benachi A, Daikha- Dahmane F,et al. Correlation between ultrasound and anatomical findings in fetuses with lower urinary tract obstruction in the first half of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 478- 482.
43. Sidhu G, Beyene J, Rosenblum ND. Outcome of isolated antenatal hydronephrosis: a systematic review and meta- analysis. *Pediatr Nephrol* 2006; 21: 218-224.
44. Zanetta VC, Rosman BM, Bromley B, et al. Variations in management of mild prenatal hydronephrosis among maternal-fetal medicine obstetricians, and pediatric urologists and radiologists. *J Urol* 2012; 188: 1935-1939.
45. Chitty LS, Altman DG. Charts of fetal size: Kidney and renal pelvis measurements. *Prenatal Diagn* 2003; 23: 891-897.
46. Scott JE, Wright B, Wilson G,et al. Measuring the fetal kidney with ultrasonography. *Br J Urol* 1995; 76: 769-774.
47. Grignon A, Filion R, Filiatrault D et al. Urinary tract dilatation in utero: classification and clinical applications. *Radiology* 1986; 160: 645-647.
48. Blachar A, Blachar Y, Livne PM, et al. Clinical outcome and follow-up of prenatal hydronephrosis. *Pediatr Nephrol* 1994; 8: 30-35.
49. Lee RS, Cendron M, Kinnamon DD, Nguyen HT. Antenatal hydronephrosis as a predictor of postnatal outcome: a meta-analysis. *Pediatrics* 2006; 118: 586-593.
50. Fernbach SK, Maizels M, Conway JJ. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. *Pediatr Radiol* 1993; 23: 478-480.
51. Nguyen HT, Benson CB, Bromley B, et al. Multidisciplinary consensus on the classification of prenatal and postnatal urinary tract dilation (UTD classification system) . *J Pediatr Urol* 2014; 10: 982-998.

52. Chow J, Koning JL, Back S, Nguyen HT, Phelps A, Darge K. Classification of pediatric urinary tract dilation: the new language. *Pediatr Radiol* 2017; 47: 1109-1115.
53. Apocalypse G, Oliveira E, Rabelo E, Diniz J, et al. Outcome of apparent ureteropelvic junction obstruction identified by investigation of fetal hydronephrosis. *Int Urol and Nephrol* 2003; 35: 441-448.
54. Dudley JA, Haworth JM, Mc Graw ME, et al. Clinical relevance and implications of antenatal hydronephrosis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* 1997; 76: F31-34.
55. Livera LN, Brookfield DS, Egginton JA, Hawnaur JM. Antenatal ultrasonography to detect fetal renal abnormalities: a prospective screening programme, *BMJ* 1989; 298: 1421-1423.
56. Persutte WH, Koyle M, Lenke RR, et al. Mild pyelectasis ascertained with prenatal ultrasonography is pediatrically significant. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 10: 12-18.
57. Havutcu AE, Nikolopoulos G, Adinkra P, Lamont RF. The association between fetal pyelectasis on second trimester ultrasound scan and aneuploid among 25.586 low risk unselected women. *Prenatal Diagn* 2002; 22: 1201-1206.
58. Garrett WJ, Grunwald J, Robinson DE. Prenatal diagnosis of fetal polycystic kidney by ultrasound. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 1970; 10: 7-9.
59. Feder S, Ellsworth P. Prenatal hydronephrosis. *Pediatr Clin North Am* 2006; 53: 429- 47.
60. Cachat F. Antenatally detected hydronephrosis: practical approach for hydronephrosis. *Rev Med Suisse* 2005; 7: 509-512.
61. Brophy MM, Austin PF, Copen DE. Vesicoureteral reflux and clinical outcomes in infants with prenatally detected hydronephrosis. *J Urol* 2002; 168: 1716-1719.
62. Gonzalez R, Schimke CM. Ureteropelvic junction obstruction in infants and children. *Pediatr Clin North Am* 2001; 48: 1505-1518.
63. Sairam S, Al-Habib A, Sasson S, et al. Natural history of fetal hydronephrosis diagnosed during the third trimester ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 17: 191-196.

64. Maayan- Metzger A, Lotan D, Jacobson JM, Raviv-Zilka L, BenShushA, Kuint J, et al. The yield of early postnatal ultrasound scan in neonates with documented antenatal hydronephrosis. *Am J Perinatol* 2011; 28: 613-618.
65. Barbosa JABA, Chow JS, benson CB, Yorioka MA, Bull AS, Retick AB, et al. Postnatal longitudinal evaluation of children diagnosed with prenatal hydronephrosis: insights in natural history and referral pattern. *Prenatal Diagn* 2012; 32: 1242- 9.
66. Braga LH, McGrath M, Farrokhyar F, Jegatheesaran K, Lorenzo AJ. Associations of initial society for fetal urology grades and urinary tract dilation risk groups with clinical outcomes in patients with isolated prenatal hydronephrosis. *J Urol* 2016; 197:831-837.
67. Mami C, Paolata A, Palmara A,et al. Outcome and management of isolated moderate renal pelvis dilation detected at postnatal screening. *Pediatr Nephrol* 2009; 24:2005-8.
68. Alconcher LF, Tombesi MM. Natural history of bilateral mild isolated antenatal hydronephrosis conservatively managed. *Pediatr Nephrol* 2012; 27: 1119-23.
69. Safaei A, Maleknejad S. Clinical otucome and follow-up of prenatal hydronephrosis. *Saudi JKidney Dis Transpl* 2012; 23(3): 526-531.
70. Kleiton GR, Yamacake H, Nguyen T. Current management of antenatal hydronephrosis 2013;28: 237-243.
71. Mure PY, Mouriquad P. Upper urinary tract dilatation: prenatal diagnosis, management and outcome. *Semin Fetal Neonatal Med* 2008; 13: 152- 163.
72. Andrés- Jensen L, Jorgensen FS, Thorup J, et al. The outcome of antenatal ultrasound diagnosed anomalies of the kidney and urinary tract in a large Danish Birth cohort. *Arch Dis Child* 2016; 101: 819-24.
73. Nassr AA, Shazly SA, Abdelmagied AM, et al. Effectiveness of besico-amniotic shunt in fetuses with congenital lower urinary tract obstruction: An updated systematic review and meta- analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017; 49(6): 696-703.
74. Coplen DE. Prenatal intervention for hydronephrosis. *J Urol* 1997; 157: 2270-7.

75. Morris RK, Malin GL, Khan KS, Kilby MD. Systematic review of the effectiveness of antenatal intervention for the treatment of congenital lower urinary tract obstruction. *BJOG* 2010; 117: 382- 390.
76. Morris RK, Ruano R, Kilby MD. Effectiveness of fetal cystoscopy as a diagnostic and therapeutic intervention for lower urinary tract obstruction: a systematic review. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 629- 637.
77. Ruano R, Sananes N, Sangi-Haghpeykar H et al. Fetal intervention for severe lower urinary tract obstruction: a multicenter case- control study comparing fetal cystoscopy with vesicoamniotic shunting. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2015; 45: 452-458.
78. Dias CS, Silva JM, Pereira AK, et al. Diagnostic accuracy of renal pelvic dilatation for detecting surgically managed ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 2013; 190: 661-666.
79. Coplen DE, Austin PF, Yan Y, et al. The magnitude of fetal pelvic dilatation can identify obstructive postnatal hydronephrosis, and direct postnatal evaluation and management. *J Urol* 2006; 176: 724- 727.
80. Sánchez R, Escorcía C, Peñaranda Da, Rivera LM. Líquidos y electrolitos en el recién nacido. *Precop SCP*; Vol 9(4) : 45- 56.
81. Kitchens D and Herndon C.D. Antenatal Hydronephrosis. *Curr Urol Reports* 2009; 10: 126-133.
82. Ismaili K, Avni FE, Hall M. Results of systematic voiding cystourethrography in infants with antenatally diagnosed renal pelvis dilatation. *J Pediatr* 2002; 141: 21-24.
83. Matsui F, Shimada K, Matsumoto F, Takano S. Late recurrence of symptomatic hydronephrosis in patients with prenatally detected hydronephrosis and spontaneous improvement. *J Urol* 2008; 180: 322- 325.
84. Gatti JM, Broecker BH, Scherz HC et al. Antenatal hydronephrosis with postnatal resolution: how long are postnatal studies warranted? *Urology* 2001; 57: 1178.
85. Docimo SG, Silver RI. Renal ultrasonography in newborns with prenatally detected hydronephrosis: Why wait? *J Urol* 1997; 157: 1387- 1389.
86. De Bruyen R, Marks SD. Postnatal investigation of fetal renal disease. *Semin Fetal Neonatal Med* 2008; 13(3):133-41.

87. Grattan-Smith JD, Little SB, Jones RA. Postnatal management of antenatally detected, bilateral hydronephrosis. *Urol Int* 1993; 51: 79- 84.
88. Koff SA, Mutabagani KH. Anomalies of the kidney. In: *Adult and Pediatric Urology*, 4th ed, Gillenwater JY, Grayhack JT, Howards SS, Mitchell ME (Eds), Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia 2002. p. 2129- 32.
89. Liang CC, Cheng PJ, Lin CJ, Chen HW, Chao AS, Chang SD. Outcome of prenatally diagnosed fetal hydronephrosis. *J Reprod Med* 2002; 47:27- 32.
90. Morin L, Cendron M, Crombleholme TM, et al. Minimal hydronephrosis in the fetus: clinical significance and implications for management. *J Urol* 1996; 155: 2047-9.
91. Duong HP, Piepsz A, Collier F, et al. Predicting the clinical outcome of antenatally detected unilateral pelviureteric junction stenosis. *Urol* 2013; 82: 691-696.
92. McAleer IM, Kaplan GW, Losasso BE. Congenital urinary tract anomalies in pediatric renal trauma patients. *J Urol* 2002; 168: 1808- 1810.
93. Tekin A, Tekgul S, Atsu N, et al. Ureteropelvic junction obstruction and coexisting renal calculi in children: role of metabolic abnormalities. *Urol* 2001; 57: 542-545.
94. O'Reilly P, Aurell M, Britton K, Kettler K, Rosenthal L, Testa T. Consensus on diuretic renography for investigating the dilated upper urinary tract. Radionuclides in Nephrourology Group. Consensus Committee on Diuretic Renography. *J Nucl Med* 1996; 37: 1872-6.
95. O'Reilly PH, Lawson RS, Shields RA, Testa HJ. Idiopathic hydronephrosis-the diuresis renogram: a non-invasive method of assessing equivocal pelviureteral junction obstruction. *J Urol* 1979; 121: 153-55.
96. O'Reilly PH, Testa HJ, Lawson RS, Farrar DJ, et al. Diuresis renography in equivocal urinary tract obstruction. *Br J Urol* 1978; 50: 76-80.
97. García Alonso MP, Mitjavila Casnovas M, Penin González FJ, Balsa Bretón MA, Pey Illera C. Diagnóstico prenatal de hidronefrosis: utilidad del renograma isotópico diurético. *An Pediatr* 2007; 66 (5): 459- 67.
98. McMann LP, Kirsch AJ, Scherz HC, et al. Magnetic resonance urography in the evaluation of prenatally diagnosed hydronephrosis and renal dysgenesis. *J Urol* 2006; 176: 1786-92.

99. Jones RA, Easley K, Little SB, et al. Dynamic contrast enhanced MR urography in the evaluation of pediatric hydronephrosis: Part1, functional assessment. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 185: 1598-607.
100. McDaniel BB, Jones RA, Scherz H, et al. Dynamic contrast enhanced MR urography in the evaluation of pediatric hydronephrosis: Part 2, anatomic and functional assesment of ureteropelvic junction obstruction. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 185: 1608-1614.
101. Josephson S. Antenatally detected pelvi-ureteric junction obstruction: concerns about conservative management. *BJU Int* 2000; 85: 973.
102. Koff SA. Postnatal management of antenatal hydronephrosis using an observational approach. *Urology* 2000; 55: 609- 611.
103. Esposito C, Bleme C, Escolino M, et al. Laparoscopic transposition of lower pole crossing vessels (vascular hitch) in children with pelviureteric junction obstruction. *Transl Pediatr* 2016;5(4):256-261.
104. Tan HL, Najmaldin A, Webb DR. Endopyelotomy for pelvi- ureteric junction obstruction in children. *Eur Urol* 1993; 24: 84-88.
105. Parente A, Perez-Egido L, Romero RM, et, al. Retrograde endopyelotomy with cutting balloon for treatment of ureteropelvic junction obstruction in infants. *Frontiers in Ped* 2016; 4: 72.
106. Toiviainen-Salo G, Garel L, Grinon A, Dubois J, Ryspens F, Boisvert J ,et al. Fetal hydronephrosis: is there hope for consensus?. *Radiol* 2004; 34: 519-29
107. Badlani G, Abrams HJ, Kumari S. Diagnosis of fetal hydronephrosis in utero using ultrasound. *Urology* 1980; 16: 315-6.
108. Pocock R, Witcombe JB, Andrews HS, Berry PJ, Frank JD. The outcome of antenatally diagnosed urological abnormalities. *Br J Urol* 1985; 57: 788-92.
109. Fernandes CA, Facincani I, Muglia VF, et al. Postnatal evaluation of intrauterine hydronephrosis due to ureteropelvic junction obstruction. *Act Cir Brasil*; 28: 2013-33.
110. Kent A, Cox D, Downey P, James SL. A study of mild fetal pyelectasia ec outcome and proposed strategy of management. *Prenat Diagn* 2000; 20: 206-209.
111. Chertin B, Pollack, Koulikov D, Rabinowitz R, Hain D, Hadas-Halpren I et al. Conservative treatment of ureteropelvic junction obstruction in children

- with antenatal diagnosis of hydronephrosis: lessons learned after 16 years of follow-up. *Eur Urol* 2006; 49: 734-738.
112. Wollenberg A, Neahauss TJ, Willi UV et al. Outcome of fetal renal pelvic dilatation diagnosed during third trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 483- 488.
 113. Coelho GM, Bouzada MC, Lemos GS et al. Risk factors for urinary tract infection in children with prenatal renal pelvic dilatation. *J Urol* 2008; 179: 284- 289.
 114. Coelho GM, Bourzada MC, Pereira AK, et al. Outcome of isolated antenatal hydronephrosis: a prospective cohort study. *Pediatr Nephrol* 2007; 22: 1727-1734.
 115. Anderson N, Clautice-Engle T, Allan R et al. Detection of obstructive uropathy in the fetus: predictive value of sonographic measurements of renal pelvic diameter at various gestational ages. *AJR AM J Roentgenol* 1995; 164: 719-723.
 116. Bobrowski RA, Levin RB, Lauria MR et al. In utero progression of isolated renal pelvis dilation. *AM J Perinatol* 1997; 14: 423-426.
 117. Odibo AO, Raab E, Elovitz M, Merrill JD et al. Prenatal mild pyelectasis: evaluating the thresholds of renal pelvic diameter associated with normal postnatal renal function. *J Ultrasound Med* 2004; 23: 513-517.
 118. Babook CJ, Silvera M, Drake C et al. Effects of maternal hydration on mild fetal pyelectasis. *J Ultrasound Med* 1998; 17: 539-44.
 119. Leung VY, Chu WC, Metreweli C. Hydronephrosis index: a better physiological reference in antenatal ultrasound for assessment of fetal hydronephrosis. *J Pediatr* 2009; 154: 116-20.
 120. Palmer LS, Maizels, Cartwright PC, Fernbach SK, Conway JJ. Surgery versus observation for managing obstructive grade 3 to 4 unilateral hydronephrosis: a report from the Society for Fetal Urology. *J Urol* 1998; 159: 222-228.
 121. Chow J, Darge K. Multidisciplinary consensus on the classification of antenatal and postnatal urinary tract dilation (UTD classification system). *Pediatr Radiol* 2015; 45: 787- 789.

122. Benacerraf BR, Mandell J, Estroff JA, Harlow BL, Frigoletto FDFr. Fetal pyelectasis: a possible association with Down syndrome. *Obstet Gynecol* 1990; 76: 58-60.
123. John U, Kahler C, Schulz S, Menzel HJ, Vogt S, Misselwitz J. The impact of fetal pelvic diameter on postnatal outcome. *Prenatal Diagn* 2004; 24 (8): 591-5.
124. Bassanese G, Tavan L, D'Ottavio G, Monasta L, Ventura A, Pennesi M. Prenatal anteroposterior pelvic diameter cutoffs for postnatal referral for isolated pyelectasis and hydronephrosis: more is not always better. *J Urol* 2013; 190: 1858- 63.
125. Arger PH, Coleman PG, Mintz MC. Routine fetal genitourinary tract screening. *Radiology* 1985; 156: 485- 9.
126. Kleiner B, Callen PW, Filly RA. Sonographics analysis of the fetus with ureteropelvic junction obstruction. *AJR* 1987; 148: 359-63.
127. Hodhod A, Capolicchio JP, Jednak R, el- Sherif E, El-Alim A, El-Sherbiny M. Evaluation of Urinary Tract Dilation classification system for grading postnatal hydronephrosis. *J Urol* 2016;195: 725- 730.
128. Kaspar W, Lo M, Bunchman TE, Xiao N. The antenatal urinary tract dilatation classification system accurately predicts severity of kidney and urinary tract abnormalities. *J Pediatr Urol*. 2017 Oct;13(5):485.e1-485.e7
129. Zee RS, Herndon A, Cooper C, Kim C, McKenna PH, Khourty A, Herbst KW. Time to resolution: a prospective evaluation from the Society for Fetal Urology hydronephrosis registry. *J Ped Urol* 2017; 13(3): 316e1-316e5.
130. Fernback SK, Maizels M, Conway JJ. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society of Fetal Urology. *Pediatric Radiol* 1993; 23: 478- 480.
131. Konda R, Sakai K, Ota S, Abe Y, Hatakayaa T, Orikasa S. Ultrasound grade of hydronephrosis and severity of renal cortical damage on ^{99m} Technetium dimercaptosuccinic acid renal scan in infants with unilateral hydronephrosis during follow up and after pyeloplasty. *J Urol* 2002; 167: 2159-2163.
132. Gramellini D, Fieni S, Caforio E, Benassi G, Bedocchi L, Beseghi U, Beassi L. Diagnostic accuracy of fetal renal pelvis anteroposterior diameter as a predictor of significant postnatal nephrouropathy: second versus third trimester of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2006; 194: 167- 173.

133. Arora S, Yadav P, Kumar M, Singh K, Sureka K, Mittal V, Ansari MS. Predictors for the need of surgery in antenatally detected hydronephrosis due to UPJ obstruction. A prospective multivariate analysis. *J Ped Urol* 2015; 11: 248e1-248e5.
134. Dihlon HK. Prenatally diagnosed hydronephrosis: the Great Ormond Street experience. *Br J Urol* 1998; 81 (2): 39-44.
135. Koff SA. The beneficial and protective effects of hydronephrosis. *APMIS* 2003; 109: 7- 12.
136. Klein J, González J, Miravete M et al. Congenital ureteropelvic junction obstruction: human disease and animal models. *Int J Exp Pathol* 2010; 92 (3): 168-192.
137. Klahr S. New insights into the consequences and mechanism of renal impairment in obstructive nephropathy. *AM J Kidney Dis* 1991; 18: 689-699.
138. Sibai H, Pippi Salle J, Houle A, Lambert R. Hydronephrosis with diffuse or segmental cortical thinning: impact on renal function. *J Urol* 2001; 165: 2293- 95.
139. Lama G, Ferraraccio F, Laccarino F, Luongo I et al. Pelviureteral junction obstruction: correlation of renal cell apoptosis and differential renal function. *J Urol* 2003; 169: 2335- 2338.
140. Tanner GA, Evan AP. Glomerular and proximal tubular morphology after single nephron obstruction. *Kidney Int* 1989; 36: 1050- 1060.
141. Shin GT, Kim WH, Yim H et al. Effects of suppressing intrarenal angiotensinogen on renal transforming growth factor-beta 1 expression in acute ureteral obstruction. *Kidney Int* 2005; 67: 897-908.
142. Krueger R, Ash P, Silver JM, et al. Primary hydronephrosis. Assessment of diuretic renography, pelvic perfusión pressure, operative findings and renal and ureteral histology. *Urol Clin North* 1980; 7: 231- 242.
143. Steinhardt GF, Salinas-Madrigal L. Glomerulosclerosis in obstructive uropathy. *J Urol* 1988; 140: 1316-1318.
144. Duong H, Piepsz A, Khelif K, Collier F, Man K, Damry N et al. Transverse comparisons between ultrasound and radionuclide parameters in children with presumed antenatally detected pelvi-ureteric junction obstruction. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2015; 42: 940- 946.

145. Onen A. Treatment and outcome of prenatally detected newborn hydronephrosis. *J Ped Urol* 2007; 3: 469- 476.
146. Nitzsche E, Zimmerhackl LB, Hawkins RA et al. Correlation of ultrasound and renal scintigraphy in children with unilateral hydronephrosis in primary workup. *Pediatr Nephrol* 1993; 7: 138- 142.
147. Josephson S, Ericson AC and Sjoquist M. Experimental obstructive hydronephrosis in newborn rats. VI. Long-term effects on glomerular filtration and distribution. *J Urol* 1985; 134: 391-95.
148. Better OS, Arieff AI, Massry SG, et al. Studies on renal function after relief of complete unilateral ureteral obstruction of three months duration in man. *Am J Med* 1973; 54: 234- 240.
149. Capolicchio G, Carson ML, Wong C, Jednak R et al. Prenatal diagnosis of hydronephrosis: impact on renal function and its recovery after pyeloplasty. *J Urol* 1999; 162: 1029- 1032.
150. Poucell- Hatton s, Huang M, Bannykh S, Benirschke K and Masliah E. Fetal obstructive uropathy: patterns of renal pathology. *Pediatr Dev Pathol* 2000; 3: 223-231.
151. Choi Y, Baranowska-Dca E, Nguyen V, et al. Mechanism of chronic obstructive uropathy: increased expression of apoptosis-promoting olecules. *Kideny Int* 2000; 58: 1481-91.
152. King LR, coughlin PW, Bloch E, Bowie JO, et al. The case of immediate pyeloplasty in the neonate with ureteropelvic junction obstruction. *J Urol* 1984; 132: 725-8.
153. McDougal, WS and Flanigan R, C. Renal functional recovery of the hydronephrotic kidney predicted before relief of the obstruction. *Invest Urol* 1981; 18: 440- 442.
154. Gonnermann D, Huland H, Schweiker U and Owsterreich F U. Hydronephrotic atrophy after stable mild or severe partial ureteral obstruction : natural history and recovery after relief of obstruction. *J Urol* 1990; 143: 199 -203.
155. Koff SA and Campbell Kd. The nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis: natural history of poorly functioning kidneys. *J Urol* 1994; 152: 593-5.

156. Salem YH, Majd M, Rushton HG, Belman AB. Outcome analysis of pediatric pyeloplasty as a function of patient age, presentation and differential renal function. *J Urol* 1995; 154: 1889-93.
157. Koff SA, MacDowell GC and Byart M. Diuretic radionuclide assessment of obstruction in the infant: guidelines for successful interpretation. *J Urol* 1988; 140: 1167-8.
158. Ransley PG, Dhillon HK, Gordon I et al. The postnatal management of hydronephrosis diagnosed by prenatal ultrasound. *J Urol* 1990; 144: 584-7.
159. Madden NP, Thomas DF, Gordon AC, et al. Antenatally detected pelviureteric junction obstruction. Is non –operation safe? *Br J Urol* 1991; 68: 305- 310.
160. Ulman I, Jayanthi VR, Koff SA. The long-term followup of newborns with severe unilateral hydronephrosis initially treated nonoperatively. [J Urol](#). 2000 Sep;164(3 Pt 2):1101-5.
161. Takla NV, Hamilton BD, Cartwright PC, Snow BW. Apparent unilateral ureteropelvic junction obstruction in the newborn: expectations for resolution. *J Urol* 1998; 160: 2175- 2178.
162. MacNeily AE, Maizels M, Kaplan WE, et al. Does early pyeloplasty really avert loss of renal function? A retrospective review. *J Urol* 1993; 150: 769-773.