

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
FACULTAT DE MEDICINA I CIÈNCIES DE LA SALUT
Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques

**Utilidad de la ecografía en modo B y de la ecografía
Doppler-duplex color en la biopsia de las lesiones
óseas y del tubo digestivo**

Santiago F. Marco Doménech

Tesis Doctoral

2003

a *Pilar*, por todo.

**a *Jaime y María*, mis padres, sin
los cuales nada de esto hubiera sido
posible.**

AGRADECIMIENTOS.

- Al Dr. Ramón Hernández Oter, porque ha sido un placer trabajar con él, ya que ha hecho fácil, algo tan complejo como dirigir una Tesis doctoral.

- Al Dr. Santiago Gil Sánchez, colega y amigo, con quien he publicado la mayoría de los artículos de esta Tesis.

- Al Dr. José H. García Vila, mi Jefe de Servicio, así como a todos los radiólogos y residentes de Radiología que hemos coincidido en el Hospital General de Castellón, ya que entre todos me han enseñado casi todo lo que yo sé ahora.

- A toda mi familia, que siempre me ha apoyado en todo.

- De manera muy especial a los pacientes y a sus familiares por su paciencia y colaboración.

INDICE.

0. Prólogo.	7
1.Introducción.	12
1.1.La biopsia percutánea.	13
1.1.1. Indicaciones y contraindicaciones.	14
1.1.2. Selección y preparación de los pacientes.	16
1.1.3. Técnicas de imagen como guía de biopsia.	18
1.1.4. Agujas y dispositivos de disparo automático.....	20
1.1.5. Dispositivos de guía de biopsia.	23
1.1.6. Complicaciones.	24
1.2.Las bases físicas de la ecografía.	26
1.2.1. Bases físicas de la ecografía convencional.	26
1.2.1.1. Conceptos básicos.	26
1.2.1.1.1. Longitud de onda y frecuencia.	26
1.2.1.1.2. Propagación del sonido.	28
1.2.1.1.3. Impedancia acústica.	30
1.2.1.2. Equipo ecográfico.	31
1.2.1.2.1. Transmisor.	32
1.2.1.2.2. Transductor.	33
1.2.1.2.3. Receptor.	34
1.2.1.2.4. Representación de la imagen.	35
1.2.1.2.5. Almacenamiento de la imagen.	36
1.2.2. Bases Físicas de la ecografía Doppler.	37
1.2.2.1. Principios Físicos.	37

1.2.2.2. Ecuación Doppler.	37
1.2.2.3. El análisis espectral.	40
1.2.2.4. Instrumentación.	43
1.2.2.4.1. Doppler continuo.	43
1.2.2.4.2. Doppler-duplex pulsado.	44
1.2.2.4.3. Doppler color.	44
1.2.2.4.4. Power Doppler.	45
1.3. La ecografía del hueso.	47
1.4. La ecografía del tubo digestivo.	51
1.4.1. La ecografía del tubo digestivo en niños.	52
P. Fernández, S. F. Marco, S. Gil, C. Mínguez. Medicina Integral 2000; 35: 375- 385. <i>La ecografía en la patología del tubo digestivo en pacientes pediátricos.</i>	
1.4.2. La ecografía del tubo digestivo en adultos.	64
S. F. Marco, P. Fernández, S. Gil. M. M. San Miguel. Medicina Integral 2000; 35: 424 - 431. <i>La ecografía del tracto gastrointestinal en los pacientes adultos.</i>	
1.5. La ecografía y ecografía Doppler color y pulsado como guía de biopsia.	73
2. Hipótesis y objetivos.	77
2.1. Hipótesis.	78
2.2. Objetivos.	78
3. Pacientes y métodos.	81
3.1. Pacientes.	81
3.2. Métodos.	84

4. Resultados y discusión. 94

4.1. Resumen de los estudios. 95

4.2. Artículo 1. 105

Punción-biopsia con aguja fina de lesiones no palpables:
Aspiración versus no aspiración.

Francisco Gomez Chavarría, Jose H. García, Santiago Gil,
José Vera, Virginia Cortes, José Cervera, Santiago F.
Marco. Radiología 1996; 38 (3): 175 - 178. *Punción-biopsia
con aguja fina de lesiones no palpables: Aspiración
versus no aspiración.*

4.2. Artículo 2. 110

**Técnica coaxial para la obtención de material citológico e
histológico en un solo pase.**

Gil S, Marco SF, Jornet J, Fernández P, Ambit S, Bordón
F. Radiología 1998; 40: 659 – 662. *Biopsia percutánea:
técnica coaxial para la obtención de material citológico e
histológico en un solo pase.*

4.3. Artículo 3. 115

Doppler duplex color en la localización del osteoma osteoide..

Gil S, Marco SF, Arenas J, Irurzun J, Agullo MT, Alonso
S. Skeletal Radiol 1999; 28: 107-110. *Doppler duplex color
in the localization of osteoid osteoma.*

4.4. Artículo 4. 120

Biopsia percutánea de las lesiones óseas.

Gil-Sanchez S, Marco-Domenech SF, Irurzun-Lopez J,
Fernández-García P, de la Iglesia-Cardera P, Ambit-
capdevila S. Skeletal Radiol. 2001 Nov; 30(11): 615-9.
Ultrasound-guided skeletal biopsies.

4.5. Artículo 5.	126
Gastroenteritis eosinofílica: biopsia percutánea bajo guía ecográfica.	
Marco-Doménech SF, Gil-Sanchez S, Jornet-Fayos J, Ambit-Capdevila S, Gonzalez-Añón M. <i>Abdom Imaging</i> 1998; 23(3): 286 – 288. <i>Eosinophilic gastroenteritis: percutaneous biopsy under ultrasound guidance.</i>	
4.6. Artículo 6.	130
Biopsia percutanea guiada por ecografía de lesiones del tracto gastrointestinal.	
Marco-Domenech SF, Gil-sanchez S, Fernández-García P, de la Iglesia-Carrena P, Gonzalez_ Añon M, Arenas-Jimenez JJ, Alonso-Charterina S, Piqueras-Olmeda R. <i>Am J Roentgenol.</i> 2001 Jan;176(1):147-51. <i>Sonographically guided percutaneous biopsy of gastrointestinal tract lesions.</i>	
4.7. Discusión general	136
5.Conclusiones globales.	139
6.Referencias bibliográficas.	144
ANEXOS.	156
- ANEXO I.	157
<i>Biopsia percutanea de lesiones del tubo digestivo guiada por ecografía.</i> S. Gil, S. F. Marco, P. Fernández, I. Martín, J.M. Ballesteros, C. Gómez. <i>Radiología</i> 1999; 41: 649-654.	
- ANEXO II.	164

Síndrome de Bouveret: Hallazgos clínicos y radiológicos. Marco Doménech SF, Lopez Mut JV, Fernandez García P, San Miguel Moncín MM, Gil Sanchez S, Jornet Fayos J, Tudela Ortells X. Rev Esp Enferm Dig 1999; 91: 144 –148.

- **ANEXO III.** 170

Acalasia infantil simulando masa mediastínica. Correlación radiopatológica. Rosa M. Piqueras, Santiago F. Marco, José Cervera, Virginia Cortés. Radiología 1998; 40 (1). 54 – 6.

- **ANEXO IV.**..... 174

Fibrosis retroperitoneal de presentación atípica. Punción percutánea. Santiago Gil, Santiago F. Marco, José Jornet, Xavier Tudela, Pilar Fernandez, Silvia Ambient, Fernanda Bordón. Radiología 1998; 40 (5): 341 – 345.

PROLOGO.

Prologo.

Durante muchos años las lesiones óseas y del tubo digestivo han resultado ser un problema para la ecografía, ya que su estudio producía numerosos artefactos, que impedían su adecuada valoración. No obstante, actualmente la ecografía convencional, en escala de grises o en modo B y la ecografía Doppler-duplex color se aplica con éxito en el estudio de múltiples procesos patológicos que afectan al hueso y al tubo digestivo.

Al diseñar este estudio se ha pretendido valorar la utilidad de la ecografía en modo B y la ecografía Doppler-duplex color en el estudio de las lesiones óseas y del tubo digestivo.

Con el paso de los años, hemos visto que la ecografía y la ecografía Doppler-duplex color son unas técnicas muy sensibles pero muy poco específicas para el estudio de las lesiones de óseas y del tubo digestivo, habiendo situaciones en que el diagnóstico requiere confirmación histológica, que a veces es difícil de obtener por medios tradicionales.

Así pues, una vez comprobado que las lesiones óseas y del tubo digestivo pueden verse en el estudio ecográfico convencional, decidimos valorar el utilizar la ecografía en escala de grises y la ecografía Doppler-duplex color como guía de biopsia de estas lesiones.

El presente trabajo se ha estructurado en los siguientes apartados:

- INTRODUCCIÓN.
- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.
- PACIENTES Y MÉTODOS.
- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.
- CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFÍA
- ANEXOS.

La estructuración de la introducción se ha dividido en varios puntos. Tratamos el tema de las biopsias percutáneas en general, las bases físicas de la ecografía y de la ecografía Doppler. Los puntos tres y cuatro de la introducción corresponden a un resumen del papel de la ecografía en el estudio de las lesiones óseas y del tubo digestivo, donde

incluimos dos artículos que publicamos en la revista *Medicina Integral*. Finalmente, el último punto de la introducción trata sobre las ventajas de la ecografía y la ecografía Doppler-duplex color como guía de biopsia percutánea.

En el apartado de Hipótesis y Objetivos, planteamos el objetivo de demostrar la utilidad de la ecografía en modo B y la ecografía Doppler-duplex color como guía de biopsia en lesiones óseas y del tubo digestivo.

En el apartado de Pacientes y Métodos se detalla la metodología científica empleada. Se describe la población a estudio, los recursos técnicos empleados, la recogida de datos y el procesamiento de los mismos.

En el apartado de Resultados y Discusión, empezamos con un resumen de los resultados y discusión de los seis artículos científicos que forman esta tesis. A continuación, se adjunta una copia de cada uno de estos seis artículos, donde se intenta reflejar las divergencias de opinión y puntos de controversia entre los diferentes autores y contrastarlo con nuestros resultados. Finalmente, en el último punto se resumen los resultados de estos artículos.

En el apartado quinto, se resumen las conclusiones obtenidas en los seis artículos.

La bibliografía consultada aparece en orden alfabético y no en orden de aparición en el texto. Por lo demás, las citas bibliográficas aparecen referenciadas ajustándose a las normas de publicación de la revista *Radiología*, que es la revista oficial de la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM).

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. La biopsia percutánea.

La biopsia percutánea guiada por técnicas de imagen ha sido uno de los avances más importantes de la radiología en los últimos años. Esta técnica está totalmente implantada en la práctica médica diaria para la obtención de material citológico e histológico de lesiones no palpables, y ha hecho casi desaparecer la biopsia quirúrgica (Matalon TAS *et al* , 1990; Reading CC, 1997).

La biopsia percutánea guiada por imagen ha evolucionado rápidamente gracias al desarrollo de las técnicas de diagnóstico por imagen, de la citopatología y de la radiología intervencionista. Avances en cada una de estas áreas han permitido aumentar el número de enfermedades diagnosticadas por biopsia percutánea y han permitido realizar biopsias de órganos que hace un tiempo no se creía posible. Pero, fundamentalmente, ha sido la voluntad decidida del radiólogo al asumir la responsabilidad de las posibles complicaciones y sus eventuales implicaciones médico-legales, lo que ha impulsado este avance (Holm HH *et al*, 1975; De Gregorio MA *et al*, 1996).

Así pues, la biopsia percutánea guiada por imagen constituye un procedimiento barato, rápido, sencillo, seguro y de alto rendimiento diagnóstico en la evaluación de diversos procesos patológicos y junto

con la actual necesidad de la contención del gasto en la práctica médica diaria, probablemente se producirá un aumento del papel de la biopsia percutánea en la práctica clínica (Charboneau JW *et al*, 1990).

1.1.1. Indicaciones y contraindicaciones.

La biopsia percutánea guiada por imagen tiene múltiples indicaciones en el diagnóstico de lesiones de prácticamente todos los órganos del cuerpo. Permite diagnosticar lesiones tumorales benignas y malignas, así como lesiones inflamatorias e infecciosas.

En la mayoría de los casos, la biopsia percutánea se realiza para confirmar la malignidad de una lesión antes de realizarle al paciente un tratamiento no quirúrgico. En algunos casos, la biopsia percutánea se realiza para determinar la naturaleza de una lesión indeterminada (por ejemplo, tumoración benigna o maligna *versus* absceso) y ocasionalmente, se realiza para confirmar la benignidad de una lesión antes de realizarle al paciente el tratamiento quirúrgico (por ejemplo, un adenoma de paratiroides) (Charboneau JW *et al*, 1990).

La biopsia percutánea tiene contraindicaciones absolutas y relativas. En las contraindicaciones absolutas, el beneficio diagnóstico

no justifica el riesgo de la complicación y no debe realizarse la biopsia percutánea en:

1. Trastornos de la coagulación que puedan producir una severa e incontrolable hemorragia en el punto de punción, por lo que sistemáticamente se estudiaran las pruebas de coagulación antes de la biopsia.

2. Sospecha de lesión vascular (fístulas arteriovenosas) por su alto riesgo de hemorragia. El TAC o la angiografía deberán aclarar este diagnóstico antes de la biopsia.

3. En las biopsias torácicas, un grave deterioro de la función pulmonar con lesión importante del hemitórax contralateral, por el peligro de neumotórax en el único pulmón funcionando. Si es imprescindible su realización, se considerará esta biopsia como un procedimiento de alto riesgo (De Gregorio MA *et al*, 1996).

Hay tres contraindicaciones relativas, donde la realización de la biopsia percutánea requiere un especial cuidado en estos casos. La primera es un trastorno de la coagulación como la trombocitopenia o unos tiempos de coagulación anormales, que podrían producir una hemorragia importante en el punto de punción. La segunda contraindicación es la ausencia de un trayecto seguro para la aguja, por ejemplo a través de un gran vaso como la vena cava o la aorta abdominal y la tercera contraindicación relativa es un paciente no

colaborador que se mueva de una manera incontrolada (Charboneau JW *et al*, 1990; De Gregorio MA *et al*, 1991).

Atravesar el estómago, asas de delgado o el colon no es una contraindicación, sobretodo si se usan agujas de pequeño calibre (Charboneau JW *et al*, 1990). No obstante, siempre que es posible, se intentan evitar los abordajes a través del estómago, de asas de delgado y sobretodo a través del colon (Marco-Doménech SF *et al*, 1998 y 2001). En perros, Petit (Petit P *et al*, 1992) no encontró efectos secundarios al atravesar el colon con agujas y catéteres y otros autores (Martín T *et al*, 1986; Brandt KR *et al*, 1993) tampoco tuvieron problemas al atravesar el tubo digestivo durante biopsias pancreáticas, a pesar de utilizar agujas de 18G en algunos casos.

1.1.2. Selección y preparación de los pacientes.

Entre los objetivos de la radiología intervencionista está la realización de procedimientos con el mínimo riesgo posible. Para ello es necesario una buena selección del paciente, una preparación adecuada y un cuidado post-procedimiento. No obstante, a pesar de la baja incidencia de riesgos que plantea la biopsia percutánea, en algunos casos es necesario realizar profilaxis de posibles

complicaciones y estar prevenidos para poder solventarlas si estas aparecieran (De Gregorio MA *et al*, 1993).

Antes del procedimiento, preferiblemente el día antes de la biopsia, es necesario realizar una valoración del paciente, cuyos objetivos incluyen: la familiarización con el proceso patológico concreto y las circunstancias médicas concomitantes, el establecimiento de la relación médico-paciente, el planteamiento estratégico del procedimiento, su sedación y analgesia y el consentimiento informado haciendo referencia a los riesgos y beneficios así como alternativas al plan propuesto. Todo ello contribuirá a establecer una situación de confianza, proporcionando al paciente mayor seguridad (Charboneau JW *et al*, 1990).

Los exámenes de laboratorio raramente van a revelar alteraciones que no se hayan puesto de manifiesto por la anamnesis y la exploración física. Es interesante conocer el valor hematocrito previo, aceptándose que valores de hasta 25-30% son generalmente bien tolerados por individuos sanos. El paciente deberá disponer de un estudio de coagulación reciente con cifras satisfactorias (plaquetas > 60.000, fibrinógeno > 100 mg%, actividad de protrombina > 60%, tiempo de protrombina < 13-14'', tiempo parcial de tromboplastina < 33''). Si el paciente está anticoagulado con heparina, hay que retirarla 2-3 horas antes y si es con un dicumarínico, retirarlo dos días antes y repetir

la analítica antes del procedimiento. El tratamiento con fibrinolíticos contraindica cualquier tipo de punción (Nerín I *et al*, 1996).

Seguimiento post-procedimiento.

La responsabilidad del radiólogo sobre el paciente se extiende al periodo post-procedimiento y, por consiguiente, es importante que se controle el confort y la analgesia de este periodo de tiempo. Se evaluará el estado y constantes del paciente con respecto a los parámetros previos. Si han existido complicaciones durante el procedimiento se informará al médico de referencia y se consignarán tanto en la historia clínica como en la de radiología intervencionista.

Se reseñará en la historia la evolución del procedimiento realizado, sus resultados y complicaciones, así como el cuidado y tratamiento a seguir. En este sentido resulta imprescindible hacer constar en la hoja de evolución los siguientes datos: 1) Fecha y hora, 2) Procedimiento realizado, 3) Vía de acceso, 4) Incidencias durante el procedimiento, 5) Fármacos administrados, 6) Complicaciones, 7) Indicación de nuevos controles (Nerín I *et al*, 1996).

1.1.3. Técnicas de imagen como guía de biopsia.

La técnica de imagen elegida como guía de biopsia depende de la experiencia y preferencia del radiólogo. Hoy en día, la mayoría de biopsias percutáneas utilizan la ecografía o el TAC como guía de biopsia. La fluoroscopia y la resonancia magnética se utilizan muy ocasionalmente (Silverman SG, 1996).

La ecografía puede usarse para biopsiar prácticamente todos los órganos del cuerpo. Al principio se utilizó para la biopsia de lesiones quísticas o grandes y superficiales pero hoy en día se usa también para biopsiar lesiones pequeñas, sólidas y profundas (Charboneau JW *et al*, 1990; Memel DS *et al*, 1996).

La ecografía debería considerarse en primer lugar para biopsiar una lesión por muchas razones. La ecografía es menos cara y más accesible que el TAC. Además, la ecografía ofrece imágenes en tiempo real, no utiliza radiación ionizante y permite la punción de la aguja en casi todos los planos del espacio. Una importante ventaja de la ecografía es que permite ver en tiempo real la punta de la aguja y su relación con la lesión (Matalon TAS *et al*, 1990).

El TAC se elige en vez de la ecografía cuando la lesión queda oculta por los huesos o el gas o cuando la lesión se ve mejor en el TAC y resulte más fácil de biopsiar (Silverman SG, 1996).

En general, se prefiere el TAC para lesiones pequeñas, profundas y cercanas a estructuras vitales que además se ven mejor en TAC que en ecografía. La resolución espacial del TAC permite localizar la aguja incluso en lesiones menores de 1 cm². Además, el uso del TAC helicoidal ha permitido eliminar muchos artefactos de respiración, mejorando la imagen (Silverman SG *et al*, 1992).

La angulación del *gantry* del TAC ayuda en las biopsias evitando huesos y estructuras vitales y puede combinarse con la angulación del paciente para encontrar la ruta más segura a la lesión. No obstante, siempre es más complejo encontrar la ruta más segura con el TAC que con la ecografía (Levine ML *et al*, 1989).

1.1.4. Agujas y dispositivos de disparo automáticos.

Las agujas usadas para la biopsia percutánea varían en calibre y longitud, así como en la forma de la punta, del fiador y de la configuración de la cánula. Se consideran agujas finas las que tienen

como máximo un calibre de 21, 22 ó 23 Gauge (G) que corresponden a 0´8, 0´7 y 0´6 mm, mientras que a partir de 20G son las denominadas agujas gruesas (Silverman SG, 1996).

Las agujas finas normalmente obtienen material para el estudio citológico y raras veces obtienen pequeños cilindros para el estudio histológico. La obtención de un cilindro significa que el espécimen es grande y puede mostrar la arquitectura tisular o como están organizadas las células. Con estas agujas, las masas situadas detrás de las asas intestinales pueden resultar puncionadas con una mínima posibilidad de infección. Las agujas finas suelen emplearse para confirmar la recurrencia tumoral o metastásica en un paciente con una neoplasia primaria conocida previamente (Gazelle GS *et al*, 1991).

Las agujas gruesas obtienen un cilindro de tejido más grande y puede realizarse un análisis histológico. Su empleo puede ser necesario para obtener una adecuada pieza histológica para el diagnóstico exacto de algún tipo de tumor, como el linfoma, muchas lesiones benignas, y muchos procesos parenquimatosos crónicos difusos como la cirrosis hepática o la glomerulonefritis renal. (Erwin BC *et al*, 1986; Charboneua JW *et al*, 1990).

En cuanto a la morfología del extremo de la aguja, existen en el mercado múltiples tipos, que intentan mejorar los resultados disminuyendo las complicaciones. Tras varios años de controversia y múltiples estudios al respecto, se ha llegado a la conclusión de que

ningún diseño de extremo de aguja ha demostrado ser mejor que otro (Dahnert WF *et al*, 1992).

En los últimos años se ha desarrollado una alternativa al avance manual de la aguja hasta la lesión. Se trata de una aguja con un dispositivo de disparo automático. Estas agujas automáticas disponen de una aguja que avanza rápidamente y corta un pequeño trozo de tejido que se retiene dentro de la aguja. Inmediatamente después del disparo se desplaza una vaina protectora de la aguja que impide salir al cilindro cortado.

La pistola automática ofrece varias ventajas sobre otras agujas y técnicas convencionales de biopsia. Con ellas se obtiene una gran muestra de tejido. En la mayoría de los pacientes es suficiente con una única punción. Esto disminuye las molestias y, teóricamente, el procedimiento resulta más seguro. El manejo del dispositivo de biopsia resulta muy fácil de aprender y puede dispararse con solo una mano, permitiendo que la otra pueda situar la aguja. Hasta la fecha, no hay evidencia de que el uso de la pistola automática en la biopsia aumente el riesgo de complicaciones respecto a las técnicas convencionales. Normalmente, con la aguja automática solo se

necesita un pase ya que casi siempre se obtiene un buen cilindro con cada disparo (Poster RB *et al*, 1990).

En cuanto a las complicaciones respecto al uso de agujas finas o gruesas, posiblemente se han sobreestimado sus diferencias. Uno de los estudios comparativos más precoces (Martino CR *et al*, 1984) encontró una tasa de complicaciones de 0.8% con agujas finas (calibre 22G) y de 1.4% con agujas gruesas (calibre 18 y 19G), pero esta diferencia no era estadísticamente significativa. Otros autores (Welch TJ *et al*, 1989) encontraron tasas de complicaciones similares (0.3%) con el uso de agujas de calibre 18G y 21G. Otra revisión de casos apoyaba estos hallazgos (calibres de 15 a 19G: 3.8% de complicaciones; calibres de 20 a 22G: 5% de complicaciones). Tampoco se produjo una incidencia mayor de complicaciones con las biopsias realizadas con agujas de biopsia de corte automáticas (0.7% de complicaciones) en comparación con el 0.9% de complicaciones de las biopsias realizadas con agujas de corte convencionales (Caspers JM *et al*, 1998).

1.1.5. Dispositivos de guía de biopsia.

Una vez se ha localizado la lesión y se ha elegido un trayecto seguro para la aguja y un ángulo de entrada, muchas de las biopsias se realizan usando una técnica de "manos libres" (Silverman SG , 1996).

Las punciones con "manos libres" son relativamente fáciles de realizar si puede usarse una ruta vertical u horizontal. Cuando la aguja debe angularse para alcanzar la lesión, el procedimiento es más lento y difícil. Incluso grandes lesiones pueden ser difíciles de biopsiar y pueden requerir múltiples pases y manipulaciones de la aguja, aumentando el riesgo del paciente (Magnuson A *et al*, 1991).

Esencialmente, estos dispositivos de guía de biopsia facilitan el recorrido de la aguja hasta la lesión, aumentando la precisión de la biopsia, lo cual reduce el número de pases necesarios para alcanzar la lesión (Reid MH, 1983). Estos dispositivos de guía de biopsia pueden usarse con agujas tradicionales o agujas de disparo automático (Magnuson A *et al*, 1991).

1.1.6. Complicaciones.

La biopsia percutánea presenta infrecuentes y generalmente poco relevantes complicaciones, incluyendo reacciones vasovagales, neumotórax y hematomas locales (Charboneua JW *et al*, 1990).

Algunos estudios multicéntricos (Smith EH, 1991; Fornari F *et al*, 1989) presentan para las biopsias percutáneas, tasas de mortalidad de 0.008 - 0.031% y tasas de complicaciones graves de 0.05 – 0.18%. La revisión de Nolsoe (Nolsoe C *et al*, 1990) de 8.000 punciones dirigidas ecográficamente en un solo centro, con agujas finas y gruesas, presenta una mortalidad de 0.038%, y una tasa de complicaciones de 0.187%.

La hemorragia es la más frecuente de las complicaciones de la biopsia de órganos sólidos y causa la mayoría de las muertes en estas series. Un dato interesante de la revisión de Nolsoe (Nolsoe C *et al*, 1990) es que cinco de los ocho pacientes con hemorragia post-

biopsia, tenían estudios de coagulación normales y desarrollaron la complicación varias horas después del procedimiento.

Otras complicaciones graves secundarias a la biopsia son neumotórax, pancreatitis, hemobilia, peritonitis y diseminación a través del trayecto de la aguja (Nolsoe C *et al*, 1990). La diseminación a través del trayecto de la aguja es una complicación extremadamente rara, con una frecuencia estimada de 0.005% (Smith EH, 1991). Aunque la mayoría de casos de diseminación se ha producido por la biopsia de un carcinoma de páncreas o próstata, alguno de ellos también corresponde a biopsias de hígado, vía biliar, riñón, pleura, mama o retroperitoneo (Kiser GC *et al*, 1986; García-Vila JH *et al*, 1998).

Parece lógico pensar que haya una correlación directa entre el calibre de la aguja, las complicaciones y los resultados de las biopsias y que una aguja gruesa obtendrá una alta tasa de diagnósticos pero también tendrá una tasa alta de complicaciones. Sin embargo, en algunos estudios la tasa de complicaciones usando una aguja de 18G fue tan bajo como usando una de 21G (Pagani JJ, 1983; Smith EH, 1991).

1.2. Las bases físicas de la ecografía.

1.2.1. Bases físicas de la ecografía convencional.

Tanto la imagen convencional con ultrasonidos como el modo Doppler, se fundamentan en la dispersión de la energía acústica causada por las interfases, y estas interfases surgen debido a la presencia de materiales con diferentes propiedades. La amplitud de la energía reflejada es utilizada para generar la imagen convencional con ultrasonidos, mientras que los cambios en la frecuencia proporcionan información acerca del flujo sanguíneo (Merritt CRB, 1998).

1.2.1.1. Conceptos básicos del sonido.

1.2.1.1.1. Longitud de onda y frecuencia.

El sonido surge como resultado del recorrido de la energía mecánica a través de la materia, en forma de una onda que produce alternativamente los fenómenos de compresión y rarefacción. Las

ondas de presión se propagan por el desplazamiento físico del material a través del cual el sonido está siendo transmitido. Como resultado de estos cambios en la presión surge una onda sinusoidal (Figura 1).

Los cambios de la presión en función del tiempo constituyen las unidades básicas de medida del sonido. A la distancia entre puntos correspondientes de la curva tiempo-presión, se le conoce como **longitud de onda**, λ . Se llama **periodo** al tiempo T necesario para completar un ciclo. El número de ciclos completos por unidad de tiempo, es la **frecuencia** del sonido. La frecuencia y el periodo son inversamente proporcionales (Walters JP, 1993).

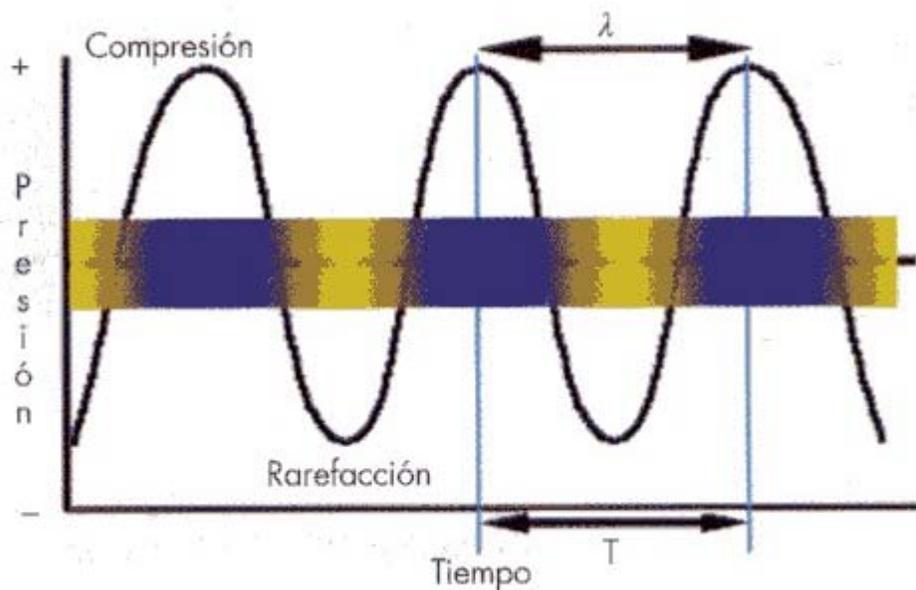


Figura 1. Ondas sonoras. El sonido se transmite en forma de ondas de presión alternantes que provocan los fenómenos de compresión y rarefacción en el medio conductor.

La unidad de frecuencia acústica es el **hertz** (Hz) donde $1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo por segundo}$. Las frecuencias altas se expresan en Kiloherz (kHz; $1 \text{ kHz} = 1.000 \text{ Hz}$) o megahertz (MHz; $1 \text{ MHz} = 1.000.000 \text{ Hz}$). El rango de frecuencias acústicas se encuentra entre menos de 1 Hz y más de 100.000 Hz (100 KHz). En el ser humano, la capacidad de audición se limita al área más baja de ese rango, oscilando entre 20Hz y 20.000 Hz. Los ultrasonidos se diferencian del sonido audible únicamente en la frecuencia, que es 500 a 1.000 veces mayor que la del sonido que normalmente oímos.

Las frecuencias del sonido con aplicación diagnóstica varían entre 2 MHz y 15 MHz (Merritt CRB, 1998).

1.2.1.1.2. La propagación del sonido.

Los ultrasonidos para el diagnóstico por imagen utilizan pulsos de energía que son enviados al interior del organismo, propagándose a través de los tejidos. La velocidad de la onda de presión al atravesar los tejidos varía enormemente y depende de las propiedades físicas de aquellos. La velocidad de propagación viene determinada, en gran medida, por la resistencia del medio a la compresión, que depende a su vez de la densidad, rigidez y elasticidad del medio. Así, la velocidad de propagación aumenta al hacerlo la rigidez y disminuye cuando aumenta la densidad.

En el cuerpo humano, la velocidad de propagación puede considerarse constante para un determinado tejido y no se afecta por la frecuencia o la longitud de onda del sonido. Se asume, que la velocidad de propagación del sonido en el cuerpo humano es de 1540 m/s, correspondiendo este valor a la media de las mediciones obtenidas a partir de los tejidos normales (Chivers RC *et al*, 1978).

Aunque se trata de un valor representativo de la mayoría de tejidos blandos, algunos tejidos como el parénquima pulmonar, debido al aire de su interior, tiene velocidades de propagación de 330 m/s, significativamente menor de 1540 m/s mientras que las del hueso son mucho mayores (4.080 m/s), tal como está representado en la Figura 2. El hecho de que una minoría de tejidos normales tengan valores de propagación significativamente diferentes del valor medio calculado, hace que la representación en imagen de dichos tejidos pueda estar sujeta a errores de medición o a artefactos y la exploración y valoración ecográfica sea más complicada que en el resto de tejidos (Goss SA *et al*, 1978).

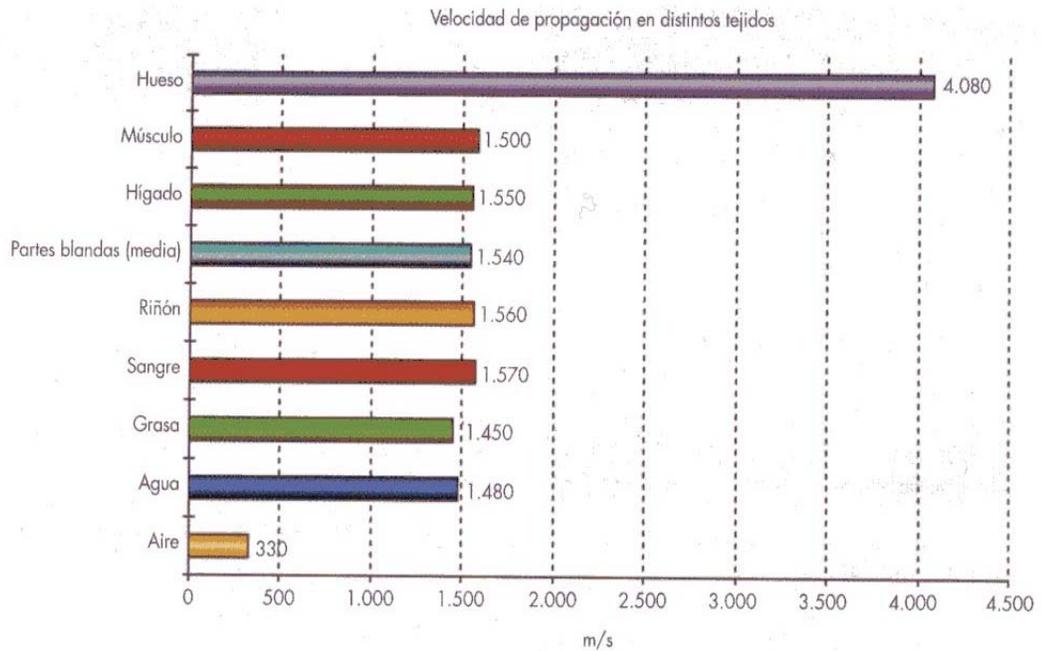


Figura 2. Velocidad de propagación. La velocidad de propagación del sonido en el organismo depende de las propiedades físicas del tejido. La velocidad media es de 1.540 m/s pero véase los valores extremos del aire y del hueso.

1.2.1.1.3. Impedancia acústica.

Los aparatos de ultrasonidos se basan en la detección y representación del sonido reflejado o ecos. Para que se produzca un eco, debe existir una interfase reflectora. Cuando el sonido atraviesa un medio completamente homogéneo, no encuentra interfases en que reflejarse, y el medio aparece anecoico o quístico. Sin embargo, en la unión de tejidos o materiales con propiedades físicas diferentes,

existen interfases acústicas, que son las responsables de la reflexión de una cantidad variable de energía sonora.

La cantidad de reflexión o dispersión hacia atrás depende de la diferencia en las impedancias acústicas de los materiales causantes de la interfase. La **impedancia acústica**, Z , viene determinada por el producto de la densidad, ρ , del medio que propaga el sonido y la velocidad de propagación, c , del sonido en dicho medio (Zagzebski JA, 1992).

$$Z = \rho c$$

Las interfases con diferencias importantes en la impedancia acústica, como son las interfases de los tejidos que contienen aire o hueso, reflejan casi toda la totalidad de la energía incidente. Las interfases de tejidos con diferencias menores de la impedancia acústica, como la interfase entre el músculo o la grasa, reflejan solo parte de la energía que incide, continuándose así la propagación del sonido. Al igual que ocurre con la velocidad de propagación, la impedancia acústica depende de las propiedades del tejido atravesado y es independiente de la frecuencia.

1.2.1.2. Equipo ecográfico.

Todos los equipos de ecografía se componen de elementos básicos similares: un transmisor que proporciona energía al transductor, un receptor y procesador que detecta y amplifica la energía y manipula la señal reflejada para su representación, la representación de la imagen y de los datos obtenidos y finalmente un método de grabación o almacenamiento de la imagen (McKeighen RE, 1983).

1.2.1.2.1. Transmisor.

El transmisor de ultrasonidos transmite pulsos cortos de energía acústica al organismo. El transmisor recibe la energía a través de la aplicación de un voltaje de alta amplitud durante un tiempo determinado. El máximo voltaje aplicado está sujeto a regulaciones que limitan la producción de energía acústica por parte de los aparatos de uso diagnóstico (Merritt CRB *et al*, 1992).

El transmisor también controla la cantidad de pulsos emitidos por el transductor o **frecuencia de repetición de pulsos** (PRF). El PRF

determina el intervalo de tiempo entre pulsos y es importante a la hora de determinar la profundidad a la que pueden obtenerse datos no ambiguos con la modalidades en tiempo real y con Doppler. Puede espaciarse la emisión de los pulsos de forma que exista tiempo suficiente que permita al sonido alcanzar la profundidad de interés y regresar antes del envío del siguiente pulso. Para la adquisición de la imagen, se utilizan PRF de 1 KHz a 10 KHZ, que suponen un intervalo de tiempo entre 0,1 ms y 1 ms entre pulsos (McKeighen RE, 1983).

1.2.1.2.2. Transductor.

El transductor es cualquier aparato que convierte una forma de energía en otra. En el caso de los ultrasonidos, el transductor es capaz de convertir energía eléctrica en energía mecánica y viceversa. El transductor tiene dos funciones; por una lado convierte la energía eléctrica proporcionada por el transmisor en pulsos acústicos que son enviados al paciente y, por otra sirve también como receptor de los ecos reflejados, convirtiendo cambios débiles de la presión en señales eléctricas para su procesamiento (Merritt CRB, 1998).

Los transductores utilizan el **efecto piezoeléctrico**, descubierto por Pierre Curie en 1880. Los materiales piezoeléctricos tienen la capacidad de modificar su forma cuando se les aplica un campo eléctrico así como de generar potenciales eléctricos cuando son comprimidos. Los cambios en la polaridad del voltaje aplicado al transductor producen cambios en el espesor del mismo, que es deformado, dilatándose y contrayéndose. Ello genera ondas de presión mecánica que pueden ser transmitidas al organismo. El efecto piezoeléctrico también genera pequeños potenciales que atraviesan el transductor cuando éste es alcanzado por los ecos de retorno. Las presiones positivas hacen que se desarrolle una pequeña polaridad de un lado a otro del transductor; la presión negativa durante la fase de rarefacción de la onda acústica produce una polaridad opuesta en el transductor. Estos cambios mínimos en la polaridad y los voltajes asociados son el origen de la información procesada para generar la imagen convencional o el efecto Doppler (McKeighen RE, 1983).

1.2.1.2.3. Receptor.

La llegada de los ecos a la superficie del transductor hace que se produzcan pequeños voltajes a través de los elementos piezoeléctricos. El receptor es capaz de detectar y amplificar estas

señales débiles así como de compensar las diferencias en la fuerza del eco que surgen como resultado de la atenuación por el grosor de diferentes tejidos, mediante el control de la compensación tiempo profundidad o **compensación tiempo ganancia (CTG)**.

La energía acústica es atenuada en su paso a través de los tejidos y parte es sustraída conforme los ecos regresan al transductor. La atenuación del sonido es proporcional a la frecuencia y es constante para un determinado tejido. Aunque los ecos procedentes de tejidos más profundos son más débiles que aquellos a partir de estructuras más superficiales, es posible la amplificación de la señal por parte del receptor para conseguir una apariencia uniforme. Este ajuste, proporcionado mediante el control de la CTG, permite al explorador amplificar selectivamente las señales procedentes de estructuras más profundas o suprimir las señales originadas a partir de los tejidos más superficiales, compensando así la atenuación del tejido (Merritt CRB, 1998).

1.2.1.2.4. Representación de la imagen.

Las señales proporcionadas por los ultrasonidos pueden representarse de distintas formas. A lo largo de los años, la adquisición de la imagen ha evolucionado desde la representación en

modo A hasta la imagen de alta resolución y tiempo real en escala de grises.

Los aparatos que presentan la imagen en **modalidad o modo A**, son antiguos y representan el voltaje producido por el eco de retorno en forma de una reflexión vertical sobre la línea basal en la pantalla de un osciloscopio. La **modalidad o modo M**, permite la representación de la amplitud del eco y muestra la posición de los reflectores móviles.

El gran avance de la ecografía se consigue con la **modalidad o modo B**, imagen en tiempo real o en escala de grises. Con esta modalidad, las variaciones existentes en la intensidad o brillo obedecen a la diferencia en amplitud de las señales reflejadas. Para generar la imagen bidimensional (2D), múltiples pulsos de ultrasonidos son enviados en forma de líneas sucesivas dando lugar a la representación 2D de los ecos que parten del objeto estudiado. La modalidad en tiempo real proporciona la impresión de imagen en movimiento al generar una serie de imágenes individuales 2D a razón de 15 a 60 cortes por segundo. La imagen bidimensional en tiempo real es actualmente el método principal de estudio ecográfico del organismo y es la forma más común de representación en modo B, aportando información tanto acerca de la anatomía como del movimiento (Merritt CRB, 1998).

1.2.1.2.5. Almacenamiento de la imagen.

En la ecografía en tiempo real, es posible grabar la imagen de la pantalla del ecógrafo en un video de formato convencional y tener acceso de nuevo a las imágenes de una manera fácil e inmediata. El brillo y el contraste de la imagen dependerán del control en el monitor del video del brillo y del contraste y de la ganancia, así como del ajuste de la CTG.

El almacenaje permanente de imágenes para su revisión y archivo puede realizarse en forma de placas obtenidas mediante cámaras e impresoras ópticas o láser o en forma de cintas de video. Cada vez se utiliza más el almacenaje digital para el archivo de las imágenes de ultrasonidos.

1.2.2. Bases físicas de la ecografía Doppler.

1.2.2.1.Principios físicos.

El sonido se define en Física como una onda mecánica longitudinal. Mecánica, porque se trata de un movimiento vibratorio, que se propaga por el medio aprovechando las propiedades elásticas

del mismo. Longitudinal, porque la dirección de vibración es paralela a la propagación. Se trata pues de una energía transmitida a lo largo de un medio por oscilación de sus partículas a una determinada frecuencia (Walters JP, 1993).

La posibilidad de detectar y cuantificar el flujo sanguíneo por medio de la ultrasonografía Doppler ha hecho de esta técnica un complemento de gran ayuda al diagnóstico por imagen.

1.2.2.2. Ecuación Doppler.

El *efecto Doppler* es el fenómeno por el cual la frecuencia de una onda recibida después de reflejarse en un objeto en movimiento varía de la fuente (García-Fernández MA, 1998). Dependiendo del movimiento del objeto, la variación de la frecuencia se verá aumentada, disminuida o no alterada según la dirección de su desplazamiento. El ejemplo más utilizado es el cambio de tono del tren, el cual se acerca con un pitido agudo y cuando se aleja lo hace con un tono grave.

La diferencia entre la frecuencia reflejada y la transmitida es directamente proporcional a la velocidad de la interfase reflejada relativa al receptor y es el resultado del efecto Doppler. La relación

entre la frecuencia del ultrasonido reflejado y la velocidad del reflector es descrita matemáticamente por la ecuación Doppler (Merritt CRB, 1991).

$$\Delta F = (F_e - F_r) = (2F_t \times v) c$$

ΔF : es el cambio de frecuencia Doppler

F_r : es la frecuencia del sonido reflejado

F_e : es la frecuencia del sonido emitido por el transductor

v : Velocidad con que llega al transductor

c : Velocidad del sonido en el medio

De la ecuación Doppler podemos deducir la dirección del reflector (flujo). De modo que, si la frecuencia de emisión (F_e) y la frecuencia de recepción (F_r) son iguales, se puede deducir que el reflector está estático. Si la F_e es superior a la F_r , se deduce que el reflector se aleja del transductor, y se expresa espectralmente con valores negativos. Cuando la F_e es inferior a la F_r , el reflector se acerca al transductor, representándose con valores positivos.

En la práctica clínica, la dirección del haz de ultrasonidos rara vez está superpuesto a la dirección del flujo, esta diferencia de

dirección es lo que se llama **ángulo de incidencia o de insonación** (θ), el cual corrige la ecuación Doppler, en función del coseno del ángulo formado por el haz incidente y la dirección del flujo (García-Fernández MA, 1998).

$$\Delta F = (F_e - F_r) = \left\{ \left(2 F_e \cdot v \right) c \right\} \cos \theta$$

Dado que el coseno de 90° es cero, un ángulo con este valor no detectará movimiento, no pudiendo precisar pues si el flujo se acerca o se aleja.

Las operaciones que comparan la frecuencia de transmisión y de recepción se realizan en tiempo real, estas frecuencias contenidas en la señal Doppler se llama espectro de señal, a las cuales, aplicándosele la **Transformación Rápida de Fourier** (*TRF*) se obtiene la representación del espectro en relación al tiempo, de modo que el cambio de frecuencia (velocidad) se representa en las ordenadas y el tiempo en las abscisas. Así pues, este espectro obtenido nos dará información, no solo de la velocidad, sino también de las características del flujo, de modo que cuando es homogéneo, con escasa dispersión, se trata de un *flujo laminar*, y cuando hay gran dispersión se trata de un *flujo turbulento* (García-Fernández MA, 1998).

1.2.2.3. El análisis espectral.

La señal Doppler que procede de un vaso contiene muchas frecuencias, y mediante el análisis espectral conseguimos representar dichas frecuencias ordenadamente. Los equipos actuales permiten obtener en tiempo real la representación de tales frecuencias por medio de un procedimiento matemático como es la *transformación rápida de fourier*.

El primer instrumento usado para el análisis de flujo Doppler fue el oído humano, el cual es excelente para tal objetivo, aunque no permite la cuantificación del mismo. Un elemento que influye directamente para conseguir una correcta cuantificación es el **volumen de muestra** (Zwiebel WJ, 1992), conceptualmente es tridimensional, aunque solo se representan dos dimensiones en la imagen duplex. Además, la forma y el tamaño del volumen de muestra puede no corresponder exactamente a su representación en imagen duplex, siendo importante la correcta ubicación del mismo para la obtención de un espectro adecuado (Burns PN, 1987).

Con el espectro se puede:

1. Identificar donde hay vasos, demostrando la permeabilidad vascular, ya que la ausencia de señal traduciría la ausencia de flujo.

2. Identificar la dirección del flujo. Cuando el flujo sanguíneo se aleja del transductor, se representa por debajo de la línea basal, mientras que cuando el flujo se acerca al transductor su representación se hace por encima de la línea basal (Figura 3).

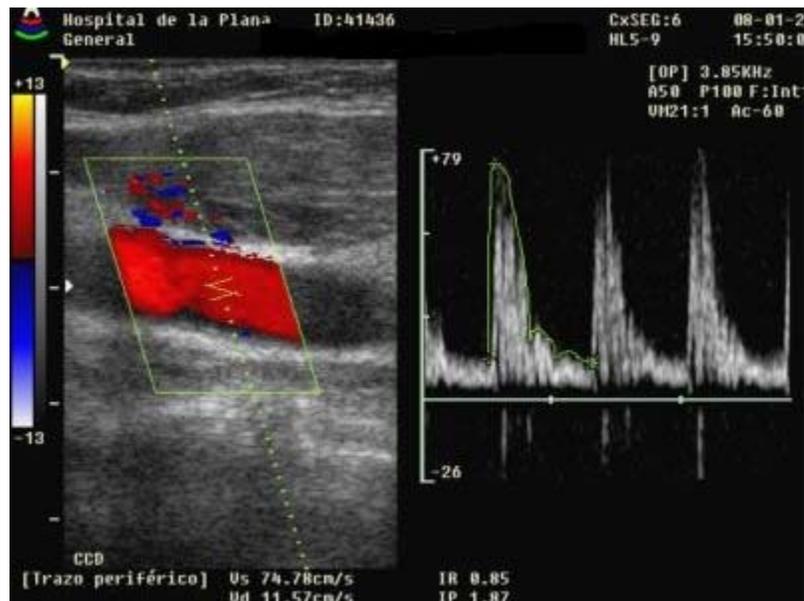


Figura 3: Estudio de ecografía Doppler-duplex color de la arteria carótida común, con flujo arterial de alta resistividad acercándose al transductor, codificado en rojo, con espectro por encima de la línea basal.

3. Diferenciar entre flujo arterial y flujo venoso. El espectro arterial se caracteriza por ascensos sistólicos y descensos diastólicos, pudiendo ser curvas *bifásicas* o *trifásicas*, teniendo pues baja o alta resistividad (Figura 3). El espectro venoso es continuo, observándose oscilaciones que traducen la contractilidad cardiaca y los movimientos respiratorios a nivel de grandes venas (Figura 4).

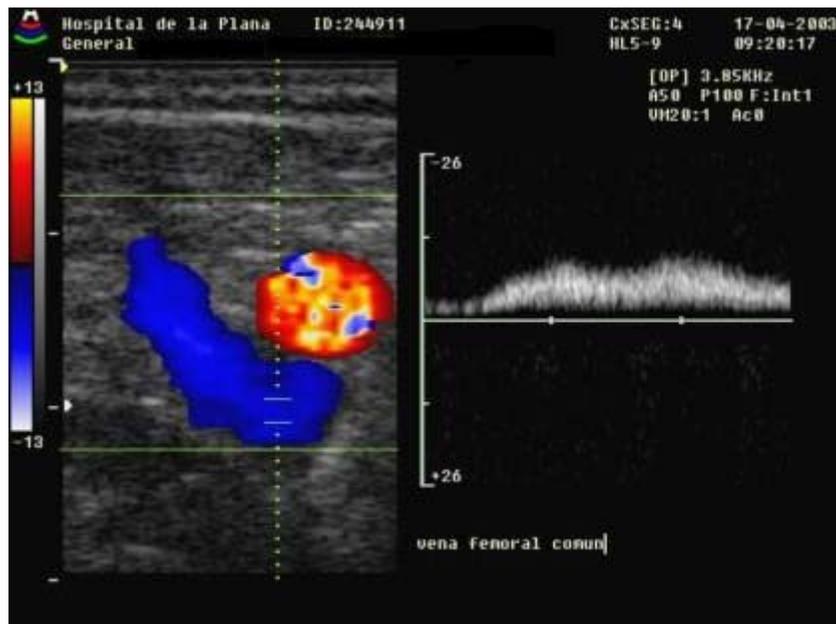


Figura 4: Flujo venoso en vena femoral común, con flujo alejándose del transductor, codificado en azul y por encima de la línea de base.

4. Determinar la distribución de la frecuencia y así determinar si el flujo es laminar o turbulento.

5. Valorar la *pulsatilidad*.

Los parámetros de flujo que pueden ser medidos cuantitativamente con Doppler usando formulas matemáticas incluyen *la velocidad de pico sistólico, velocidad media, velocidad diastólica, impedancia, pulsatilidad y volumen de flujo o débito* (Zwiebel WJ, 1992).

1.1.2.4. Instrumentación.

En la actualidad hay cuatro tipos de aparatos de Doppler: *Doppler continuo, Doppler-Dúplex pulsado, Doppler color y Power Doppler o Doppler Angio.*

1.2.2.4.1. Doppler- continuo.

Son equipos simples usados para la detección de flujo. La desventaja de los mismos es que carecen de resolución axial. En el volumen de muestra se incluyen todas las estructuras vasculares existentes en profundidad que entran dentro del haz

de emisión de la región que se estudia, obteniéndose por tanto una señal compleja en la que la frecuencia está relacionada con la velocidad de todos los reflectores y dispersores que se encuentra el sonido. No obstante, es posible eliminar señales de ciertos rangos de frecuencia por medio de filtros eléctricos en los circuitos (Gill RW, 1979).

1.2.2.4.2. Doppler-Duplex pulsado.

Estos equipos permiten interrogar las características de flujo de un área aislada correspondiente a los datos de flujo obtenidos por una imagen en modo B. Esto permite que todas las velocidades dentro de una región de interés puedan ser detectadas, junto con su variación en el tiempo con ciclos cardiacos y respiratorios (Gill RW, 1979).

1.2.2.4.3. Doppler color.

Es una técnica en la cual la presentación bidimensional en tiempo real de flujo es mostrada con medios diagnósticos. Los colores están dando tonos, saturaciones y brillos para indicar la presencia, dirección, velocidad y tipo de flujo (laminar o turbulento). Esta información es superpuesta a una imagen bidimensional en escala de grises de una imagen sonográfica (Krembau FW, 1992). El color indica la dirección del flujo así como su velocidad y

características del mismo. Por convención, cuando el flujo se acerca al transductor, su representación será en rojo, mientras que si se aleja se hará en azul.

Un problema añadido es la relación señal-ruido. Los sistemas de color usan intensidades en el mismo rango que los empleados en la imagen en escala de grises, así flujos de baja amplitud, detectables con las altas intensidades usadas en los métodos de Doppler pulsado, pueden ser imposibles de detectar con Doppler color.

1.2.2.4.4. Power Doppler o Doppler Angio.

Recientemente se ha introducido un método para representar la densidad de células rojas, como contraposición a la velocidad. Esta técnica produce una imagen que tiene propiedades similares a las angiografías y ha sido denominado por algunos autores como Power Doppler, Doppler angio o Doppler energy.

La clave de esta señal es su frecuencia y amplitud, la frecuencia esta determinada por la velocidad de la sangre, mientras que la amplitud esta gobernada por la cantidad de sangre presente dentro del volumen de muestra (Figura 5).

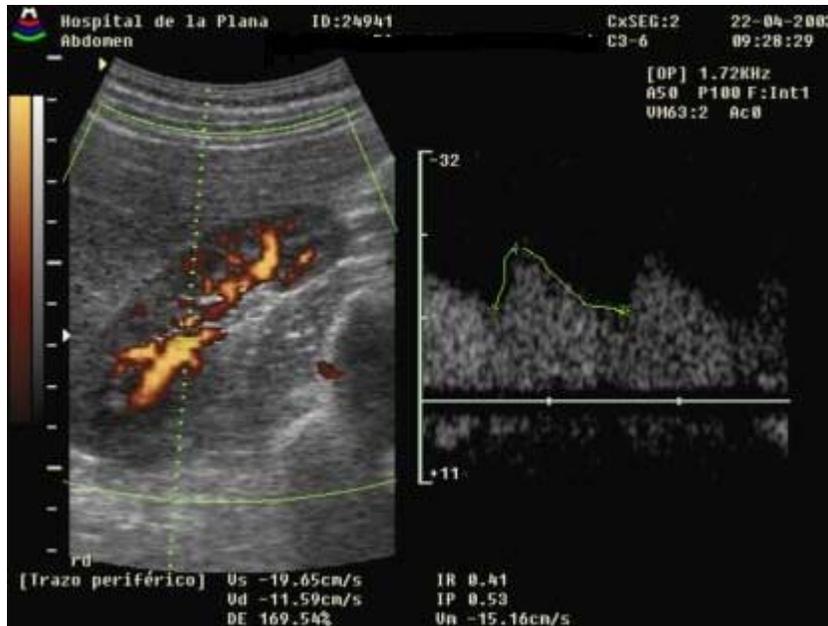


Figura 5: Power Doppler o Doppler angio. Estudio de la vascularización renal, nótese el llenado de color independientemente del ángulo.

Con Power Doppler, la señal obtenida es independiente de la velocidad, ángulo y dirección del flujo, permitiendo pues la detección de flujos ortogonales, aumentando la sensibilidad y mejorando la resolución de color (Rubin JM *et al*, 1994).

1.3. La ecografía del hueso.

Gracias al desarrollo tecnológico, la ecografía se ha convertido en la exploración de elección en las lesiones del aparato locomotor de origen traumático o no traumático. No se limita al estudio de los músculos y los tendones, sino que analiza todas las formaciones anatómicas, incluso la cortical ósea, que refleja los ultrasonidos. La ecografía complementa las radiografías convencionales, de modo que cada técnica muestra lo que omite la otra. Sin embargo, son estudios difíciles, con artefactos que originan numerosas falsas imágenes (D'Agostino MA *et al*, 2003).

En los huesos, la superficie proximal de la cortical ósea aparece ecográficamente como una línea suave, muy ecogénica con sombra acústica posterior y el cartílago articular como una banda fina anecoica. Las corticales reflejan los ultrasonidos y originan una zona de sombra acústica posterior que impide en la mayoría de los casos el estudio de la parte esponjosa y de la medular (Falk B *et al*, 2003).

En las lesiones óseas la ecografía muestra una irregularidad o discontinuidad de la superficie cortical en relación a la cortical sana. El aspecto ecográfico del componente de partes blandas es inespecífico, apreciándose en la mayoría de los casos como una masa

hipoecoica respecto a los tejidos sanos circundantes, que interrumpe la cortical ósea subyacente (García JH *et al*, 1996).

Tradicionalmente, la ecografía musculoesquelética se ha centrado en el estudio de las lesiones traumáticas musculoesqueléticas o para caracterizar como sólidas o líquidas las masas de partes blandas (Chen RK *et al*, 1994). Hoy en día, la ecografía puede utilizarse también para valorar afectaciones traumáticas o no traumáticas del hueso (D'Agostino MA *et al*, 2003).

Por lo general, los ultrasonidos se detienen en la cortical, pero esta puede visualizarse perfectamente en la ecografía, que permite la valoración de los contornos óseos. Las lesiones postraumáticas se visualizan claramente y su identificación proporciona numerosas sorpresas.

La fractura se observa en la ecografía como una interrupción de la línea hiperecogénica de la cortical, así como por la reacción hemática de proximidad. La línea de fractura persiste durante mucho tiempo en el estudio ecográfico y no es posible, solo por el aspecto de la cortical, diferenciar una lesión reciente de una antigua (Young JR *et al*, 1990).

En cuanto a las afectaciones no traumáticas del hueso, la ecografía es útil en procesos infecciosos, inflamatorios y tumorales. En la osteomielitis (Hsun-Chin C *et al*, 1999) y en la osteoartritis (D'Agostino MA *et al*, 2003) la ecografía es muy útil en el diagnóstico de colecciones articulares o del tejido blando extraarticular, pero no es útil en evaluar la presencia o no, de infección ósea (Santiago RC *et al*, 2003). Además, la ecografía Doppler color puede utilizarse en el diagnóstico y en valorar la eficacia del tratamiento antibiótico en la osteomielitis (Hsun-Chin C *et al*, 1999).

La ecografía es una técnica diagnóstica con un papel importante en el diagnóstico y seguimiento de los tumores de la gran mayoría de órganos y sistemas. Sin embargo, se ha utilizado poco en el manejo de tumores óseos (García JH *et al*, 1996).

Los puntos a valorar con la ecografía son la localización del tumor, dimensiones, volumen, ecogenicidad y homogeneidad, vascularización peritumoral e intratumoral (densidad de los vasos y arquitectura), bordes del tumor y estructuras vecinas. La ecografía debe valorar tanto el tumor como sus ganglios linfáticos de drenaje (Mendu U *et al*, 2002).

Algunos autores (Bodner G *et al*, 2002) utilizan el Power Doppler color y pulsado para valorar la arquitectura vascular y la

alteración del flujo de tumores musculoesqueléticos y valorando estos dos parámetros diferencian los tumores musculoesqueléticos entre tumores benignos o malignos.

Así pues, además del estudio ecográfico de las alteraciones del hueso, hay varios procedimientos intervencionistas que pueden efectuarse en las lesiones óseas bajo control ecográfico, en tiempo real :

- Aspiración con aguja fina para análisis citológico, de colecciones y ganglios (Silvestre E *et al*, 1994).
- Biopsias con aguja gruesa, tanto de lesiones líticas (García JH *et al*, 1996) como de lesiones esclerosas (Gil-Sanchez S *et al*, 2001).
- Colocación de un arpón para señalización prequirúrgica de tumores no palpables (Salmaso GV *et al*, 1994; Gil S *et al*, 1999).

El control del tratamiento es una indicación menos clásica de la ecografía, pero muy interesante. El tumor y las modificaciones de la vascularización tras quimioterapia pueden evaluarse de forma precisa, y la ecografía detecta con facilidad las colecciones y los hematomas postoperatorios. Algunos autores utilizan la ecografía para la detección de las recidivas, que pueden ser objeto de nuevas biopsias eco-dirigidas (Choi I *et al*, 1991).

1.4. La ecografía del tubo digestivo.

El tracto digestivo es un tubo concéntrico ininterrumpido, con un grosor de 3 mm si está distendido y de 5 mm si no lo está. El tracto gastrointestinal tiene cuatro capas histológicamente bien diferenciadas que producen un patrón ecográfico pentaestratificado, donde la primera, tercera y quinta capa son hiperecogénicas y la segunda y cuarta capa son hipoecoicas.

El estudio ecográfico del tubo digestivo ha avanzado mucho en los últimos años, ya que hemos pasado de pensar que el gas intraluminal producía artefactos que impedían la valoración del tubo digestivo hasta la actualidad donde la ecografía transabdominal convencional nos permite hacer el diagnóstico diferencial entre las distintas enfermedades que producen una hipertrofia de los pliegues gástricos (Okanobu H *et al*, 2003).

**La ecografía en la patología del tubo digestivo en
pacientes pediátricos.**

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

P. Fernández, S. F. Marco, S. Gil, C. Mínguez. Medicina Integral 2000; 35: 375- 385. **La ecografía en la patología del tubo digestivo en pacientes pediátricos.**

La ecografía del tracto gastrointestinal en los pacientes adultos.

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

S. F. Marco, P. Fernández, S. Gil, M. M. San Miguel.
Medicina Integral 2000; 35: 424 - 431. **La ecografía del tracto gastrointestinal en los pacientes adultos.**

1.5. La ecografía y la ecografía Doppler color y pulsado como guía de biopsia.

La biopsia percutánea bajo guía ecográfica puede realizarse de prácticamente todos los órganos y regiones del cuerpo. Las lesiones superficiales del tiroides, la mama y los tejidos blandos son biopsiados fácilmente usando transductores de alta frecuencia, siendo el hígado, páncreas y riñones los órganos abdominales más frecuentemente biopsiados con guía ecográfica (Silverman SG *et al*, 1996).

Además de como guía de biopsia, la ecografía puede usarse para guiar procedimientos intervencionistas como drenaje de abscesos, solucionar obstrucciones biliares o urinarias e incluso guiar amniocentesis. Se han desarrollado sondas que permiten un acceso transrectal o transvaginal a las lesiones (Zanetta G *et al*, 1994) o sondas de muy pequeño tamaño para realizar una valoración intraoperatoria del hígado o de otro órgano abdominal o en procedimientos neuroquirúrgicos (Fisher A J *et al*, 1997).

Hace algunos años, se creía que si la lesión era menor de 3 cm era mejor hacer la biopsia guiada con TAC (vonSonnennberg E *et al*, 1984). Nuestra experiencia y la de algunos autores sugiere que

pueden hacerse biopsias hepáticas guiadas con ecografía de lesiones de 1 ó 2 cm con una tasa de éxito del 80-90% (Reading CC *et al*, 1998) o de ganglios linfáticos donde algunos autores obtienen un diagnóstico en el 86% de los casos, biopsiando ganglios de 0.9 a 4.3 cm de diámetro, con un diámetro medio de 2.1 cm (Fisher AJ *et al*, 1997).

Las principales ventajas de la ecografía sobre el TAC como guía de biopsia percutánea en cualquier órgano es que la ecografía no utiliza radiaciones ionizantes, puede realizarse a la cabecera del enfermo, es un procedimiento más corto que con TAC y se tiene una visión en tiempo real del extremo de la aguja. Estas ventajas y el hecho de que la ecografía sea una técnica más barata que el TAC, sugieren que la ecografía es el método de imagen más apropiado para guiar las biopsias percutáneas (Memel DS *et al*, 1996).

En las biopsias óseas, la ecografía también tiene ventajas sobre el TAC como guía de biopsia. La ecografía puede distinguir pequeñas diferencias en la impedancia acústica entre la cortical normal y patológica, muchas veces, no distinguible con la radiografía convencional o el TAC. Esta característica se da tanto en lesiones líticas o escleróticas (Saifuddin A *et al*, 1998; Steiner GM *et al*, 1992).

Obtener material necrótico es una de las causas de biopsia inadecuada. Así, al realizar una biopsia percutánea es muy importante evitar áreas necróticas, que pueden ser vistas claramente como áreas anecoicas en la ecografía pero que son más difíciles de ver en un TAC sin contraste e imposibles de identificar en radioscopia.

Otra ventaja de la ecografía es el uso del Doppler color y pulsado, que puede identificar vasos y áreas muy vascularizadas en la lesión sin medios de contraste, lo cual reduce el riesgo de sangrado (Gil S *et al*, 1999). La ecografía Doppler color también puede identificar áreas de neovascularización en tumores. Además la ecografía puede ver claramente la superficie pleural y el pulmón (Piqueras RM *et al*, 1999), evitando su punción y como resultado se reduce la posibilidad de neumotórax cuando se biopsian lesiones costales (Targhetta R *et al*, 1993).

La ecografía como guía de biopsia en lesiones del tubo digestivo tiene ventajas importantes frente al TAC. Una de las ventajas es la posibilidad de que un radiólogo use el transductor como una herramienta para comprimir, mientras el segundo radiólogo manipula la aguja. Así, la técnica de compresión gradual descrita por Puylaert (Puylaert JBCM, 1986) en el diagnóstico de la apendicitis aguda, cuando se utiliza en la biopsia percutánea produce los siguientes efectos: 1) Ayuda a fijar e inmovilizar la lesión, lo cual es importante

en lesiones que suelen ser móviles al estar en órganos no bien fijados; 2) desplaza las asas sanas y por tanto la superposición de gas, mejorando la visión de la lesión, y 3) disminuya la distancia de la piel a la lesión facilitando en gran manera la realización de la biopsia (Dachman AH, 1998).

El inconveniente de la compresión gradual es que a veces es imposible diferenciar el tubo digestivo sano de la grasa mesentérica o del omento y en estas condiciones el tubo digestivo puede ser atravesado fácilmente. Siempre se intenta no atravesar el tubo digestivo, pero hay autores que no ponen especial cuidado en evitar atravesar el tubo digestivo sano cuando biopsian otro órgano, ya que no tienen complicaciones debidas a la perforación del tracto gastrointestinal y solo administran antibióticos profilácticos a los pacientes a los que se les va a atravesar el colon (Memel DS *et al*, 1996; Fisher AJ *et al*, 1997).

Por último, la ecografía permite el uso de agujas automáticas con mayor facilidad (Fisher AJ *et al*, 1997).

2. HIPOTESIS Y OBJETIVOS.

2.1. Hipótesis.

El estudio ecográfico del hueso y del tubo digestivo está sujeto a muchos artefactos y su valoración ecográfica es más complicada que la del resto de órganos y tejidos debido a los valores extremos de la velocidad de propagación del sonido de la cortical ósea y del aire, que ocupa todo el interior del tubo digestivo.

La hipótesis de este estudio es que la ecografía realizada con una técnica adecuada puede ser útil para valorar gran cantidad de lesiones del hueso y del tubo digestivo y una vez vista la lesión, puede utilizarse la ecografía como guía para dirigir la biopsia.

2.2. Objetivos.

El objetivo general de este trabajo es mejorar el conocimiento sobre la ecografía del hueso y del tubo digestivo, así como valorar la utilidad de la ecografía en modo B y de la ecografía Doppler color y pulsado como guía de biopsia de las lesiones óseas y del tubo digestivo.

Los objetivos concretos han sido:

1. Describir el uso de la ecografía en modo B y de la ecografía Doppler color y pulsado como guía de biopsia en las lesiones óseas, ya sean éstas líticas o esclerosas.

2. Demostrar la utilidad de la ecografía Doppler color para localizar osteomas osteoides, así como el uso de la ecografía Doppler color como guía para biopsiarlos percutáneamente o para colocarles un arpón localizador y extirparlos quirúrgicamente.

3. Exponer el papel de la biopsia percutánea guiada con ecografía y ecografía Doppler-duplex color de lesiones situadas en el tubo digestivo cuando éstas sean visibles con ecografía y por cualquier razón la biopsia endoscópica no sea posible.

Los objetivos secundarios han sido:

1. Valorar la utilidad de la aspiración durante la punción-biopsia con aguja fina y ver su fiabilidad diagnóstica frente a la punción-biopsia sin aspiración, no solo en lesiones óseas y del tubo digestivo, sino en lesiones de cualquier órgano.

2. Exponer nuestra experiencia en la realización de la biopsia percutánea de cualquier órgano mediante técnica coaxial, para la obtención de material citológico e histológico, en un grupo de pacientes en los que por la localización de la lesión o patología subyacente no se desee realizar más de un pase.

3. Comprobar si atravesar una porción de tubo digestivo patológico durante una biopsia percutánea produce complicaciones y demostrar que la posibilidad de poder atravesar el tubo digestivo durante una biopsia percutánea no tiene que ser una contraindicación para no realizarla.

3. PACIENTES Y MÉTODOS.

3.1. Pacientes.

Incluimos en este estudio un total de 198 biopsias (197 percutáneas y una quirúrgica) realizadas en 193 pacientes.

De las 197 biopsias percutáneas, en 30 casos se utilizó la radioscopia como guía de biopsia debido a que se trataba de lesiones pulmonares o mediastínicas que no contactaban con la pared torácica, y las otras 167 biopsias se realizaron con guía ecográfica.

La localización de las 197 biopsias percutáneas realizadas fueron: 70 en hueso, 51 en tórax (pulmón y mediastino), 42 en tubo digestivo, 12 en hígado, 7 en tiroides, 3 en páncreas, 2 en vesícula biliar, riñón y masa supraclavicular y una en cuello, adrenal, masa paravertebral, masa presacra, adenopatía retroperitoneal y epiplon. La biopsia quirúrgica se practicó a un osteoma osteoide de fémur.

Las 197 biopsias percutáneas que forman este estudio, son la suma de todas las biopsias percutáneas realizadas en estos 6 artículos.

- Artículo 1. Punción-biopsia con aguja fina de lesiones no palpables: Aspiración versus no aspiración

- Artículo 2. Biopsia percutánea: Técnica coaxial para la obtención de material citológico e histológico en un solo pase.

- Artículo 3. Ecografía Doppler-duplex color en la localización de osteomas osteoides.

- Artículo 4. Biopsia percutánea guiada por ecografía de lesiones óseas.

- Artículo 5. Gastroenteritis eosinofílica: Biopsia percutánea bajo guía ecográfica.

- Artículo 6. Lesiones del tracto gastrointestinal biopsiadas percutáneamente bajo guía ecográfica.

Así, el artículo 1 está formado por 62 biopsias percutáneas, 16 de las cuales, forman también parte del artículo 2, que junto con otras 27 biopsias forman la totalidad de las 43 biopsias del artículo 2. El artículo 3 está formado por dos biopsias percutáneas y una biopsia quirúrgica y de las dos biopsias percutáneas, una forma parte también del artículo 4, que junto a otras 64 biopsias, forman las 65 biopsias que forman el artículo 4. El artículo 5 solo tiene una biopsia de gastroenteritis eosinofílica, una extraña enfermedad, que por su rareza justifica su publicación en solitario y además, también forma parte del artículo 6, que con otras 41 biopsias forman la totalidad de las 42 biopsias del artículo 6.

Las 197 biopsias percutáneas que forman esta tesis se obtuvieron de 89 biopsias que pertenecen a dos estudios prospectivos (artículos 1 y 2) con pacientes del Servicio de Radiología del Hospital General de Castellón y del Hospital General Universitario de Alicante, así como de otras 108 biopsias que pertenecen a los otros 4 artículos, que son estudios retrospectivos, con pacientes del Servicio de Radiología del Hospital General de Castellón, Hospital General Universitario de Alicante y Hospital de la Ribera de Alzira (Valencia).

Las biopsias de los estudios prospectivos se seleccionaron en la valoración previa del paciente antes de la biopsia y las biopsias de los estudios retrospectivos se seleccionaron en la revisión de las biopsias percutáneas que cumplían los criterios de inclusión para cada estudio concreto. El paciente de la biopsia quirúrgica se incluyó en el estudio porque el arpón localizador de la lesión se colocó usando el Doppler color como guía, ya que con las otras técnicas de imagen, la lesión apenas era visible.

3.2.Métodos.

En este apartado se describen en detalle las técnicas usadas para realizar las biopsias percutáneas. Dado que el formato de

determinadas revistas científicas exige que la metodología utilizada sea referenciada y presentada de forma resumida, en esta sección se recogen todos los detalles metodológicos.

La técnica utilizada varió sensiblemente dependiendo de si se realizó con guía ecográfica o radioscópica y del órgano biopsiado.

En las biopsias con guía ecográfica, el día antes de la biopsia, realizamos una ecografía para ver si las lesiones vistas con otras técnicas de imagen, se ven lo suficientemente bien como para realizar la biopsia bajo guía ecográfica.

Además, en los pacientes que fue posible, valoramos las estructuras vasculares alrededor de la lesión con una ecografía Doppler color y pulsado, intentando evitar grandes vasos en el trayecto de la aguja. No obstante, aunque estos pacientes fueron seleccionados para realizar la biopsia percutánea bajo guía ecográfica, solo se valoró esta posibilidad después de repasar su correspondiente TAC.

Antes de la biopsia, se obtuvieron pruebas de coagulación y plaquetas dentro de la normalidad. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los pacientes, una vez se le explicaron los beneficios y los riesgos de la prueba. Se canalizó una vía

intravenosa por seguridad, a través de la cual puede sedarse el paciente con midazolam si es necesario. No se administraron antibióticos. En las biopsias percutáneas del tubo digestivo, los pacientes estuvieron al menos 8 horas en ayunas antes de la biopsia.

El artículo 1 es un estudio prospectivo realizado con un total del 62 biopsias de distintos órganos. La técnica de imagen más utilizada como guía de biopsia fue la ecografía en 52 casos y la radioscopia en los otros 10 casos.

Las agujas utilizadas para el estudio citológico fueron todas del calibre 22G y algunos detalles técnicos varían dependiendo del método de imagen elegido como guía de biopsia.

En las biopsias con control ecográfico, realizamos en primer lugar un pase sin aspiración. Controlamos el avance de la aguja hasta visualizar la punta en el interior de la lesión, retiramos el fiador y manteniendo el control ecográfico realizamos movimientos de entrada y salida con rotación, más o menos amplios en función del tamaño de la lesión. A continuación retiramos la aguja y expelemos su contenido sobre los portas con el aire de una jeringa, realizando las extensiones, en número de cuatro. Si en un primer pase no sale material repetimos el procedimiento. Nunca realizamos más de tres pases. A continuación practicamos la biopsia clásica de aspiración, con aguja del mismo

calibre (22G). Utilizamos jeringa de 10 cc y manteniendo una aspiración de 5-10 cc, realizamos movimientos de avance-retirada con rotación, hasta que aparece material en la conexión de la jeringa. Preparamos igualmente cuatro extensiones y nunca realizamos más de tres pases. Las extensiones sin y con aspiración se marcan con un punto, variando aleatoriamente y anotándolo para la comparación posterior. Todas las extensiones son introducidas en etanol al 95%.

Por último realizamos una biopsia con aguja gruesa (19'5 G ó 18 G, según los casos) con dispositivos de disparo automático. Los cilindros obtenidos se introducen en formol heparinizado.

En las biopsias con control radioscópico de lesiones pulmonares, procuramos transgredir la pleura el menor número de veces. Abordamos la lesión con una aguja de calibre 20 G, a través de ella pasamos una aguja de calibre 22 G y realizamos los pases "sin aspiración" ya descritos. A continuación la sustituimos por otra similar y procedemos a los pases con aspiración. Por último, con la aguja del calibre 20 G, realizamos maniobras de aspiración y obtenemos cilindros para estudio histológico. Ocasionalmente realizamos un pase adicional con aguja de 19'5 G y dispositivo de disparo automático.

Todas las citologías fueron analizadas por un mismo patólogo, que desconocía si las extensiones marcadas correspondían a la técnica sin o con

aspiración. Además de emitir un diagnóstico, se valoró la celularidad y cantidad de sangre. La celularidad de cada extensión se clasificó como: 0 (menos de 10 grupos celulares), 1 (entre 10 y 20 grupos celulares), 2 (entre 20 y 30 grupos celulares) y 3 (más de 30 grupos celulares). La cantidad de sangre se valoró como: 1 (poco hemática), 2 (moderada) y 3 (muestra muy hemática) y con los datos obtenidos hicimos un tratamiento estadístico de los mismos.

En el artículo 2, realizamos 43 biopsias con técnica coaxial, de las cuales, 16 biopsias ya se utilizaron para el artículo 1. De estas 43 biopsias, 30 se realizaron con radioscopia como guía y 13 con guía ecográfica. De las 30 biopsias que se realizaron con radioscopia, 10 pertenecen al artículo 1 y son las 10 biopsias que en el artículo 1 se realizaron con radioscopia.

De las 43 biopsias, 33 se realizaron en pulmón y las otras 10 en otros órganos.

Se utilizaron agujas tipo Chiba; en 39 casos se utilizó una aguja de calibre 20 G y por su interior una de 22G, en dos casos 18G y 21G y en otros dos casos no se registró el calibre. En 20 ocasiones, la longitud de las agujas fueron 15 cm y 20 cm, respectivamente, y las 23 restantes 9 cm y 15 cm.

La técnica utilizada varió sensiblemente dependiendo si se realizó con guía ecográfica o radioscópica. La técnica coaxial en sí, consiste en la introducción en el extremo proximal de la lesión a biopsiar, de la punta de la aguja de mayor calibre, para histología, generalmente de 20G, con la técnica de imagen elegida, y por su interior una aguja mas fina, generalmente 22G, que sobresalga el extremo lo suficiente para realizar los pases de citología por dentro de la aguja de histología. Si la aguja interna sobresale demasiado, atendiendo al tamaño de la lesión a biopsiar, colocamos un tope en ésta para evitarlo. Se realizan los pases que deseemos, aspirativos o no, con la aguja fina. Finalmente, realizamos la biopsia con la aguja gruesa. La biopsia se realizará de manera habitual, teniendo en cuenta que antes de realizar los movimientos de entrar y salir junto con la rotación de la aguja se debe introducir ligeramente su extremo para llegar a la zona central de la lesión.

En el artículo 3 incluimos 3 biopsias, dos descritas en el artículo y otro caso que añadimos cuando el artículo estaba "en prensa". Los 3 casos se biopsiaron con la ecografía Doppler color y pulsado como guía. Se rastreó la zona de la biopsia con ecografía y con ecografía Doppler color. La ecografía vió una irregularidad en la cortical ósea, que al explorarla con ecografía Doppler mostró flujo arterial dentro de la irregularidad cortical. En dos de los casos puede verse una interrupción de la cortical con la arteria nutricia del osteoma osteoide que se encendía con el Doppler color y mostraba flujo arterial al interrogarlo

con el Doppler pulsado. En dos de los casos se realizó una biopsia percutánea con una aguja trefina 14 G y en el otro caso se le colocó un arpón localizador en la hendidura del hueso, para ser extirpado quirúrgicamente y evitar la resección de hueso sano alrededor de la lesión.

En el artículo 4 realizamos 65 biopsias percutáneas de lesiones localizadas en hueso y todas las biopsias se realizaron bajo guía ecográfica, porque se veían con la ecografía lo suficientemente bien como para ser biopsiadas.

Las lesiones óseas las dividimos en 4 grupos:

- Grupo I (n = 41): Lesiones líticas con masa de partes blandas
- Grupo II (n = 14): Lesiones líticas con cortical rota, sin masa de partes blandas.
- Grupo III (n = 4): Lesiones líticas con cortical íntegra.
- Grupo IV (n = 6): Lesiones escleróticas.

Las características ecográficas de las lesiones que eran valoradas antes de la biopsia eran la ecogenicidad, los margenes de la lesión, las irregularidades o roturas corticales y la vascularización, valorada con ecografía Doppler color y pulsado. Tratamos de discernir si se podía realizar la biopsia bajo guía ecográfica y buscamos el mejor trayecto

para la aguja, evitando estructuras vasculares y tratando de no tomar la biopsia de áreas de necrosis.

Realizamos un pase con aspiración con una aguja fina de 22G en todos los casos, para el estudio citológico, seguido de uno o dos pases para el estudio histológico con distintos tipos de agujas, según el grupo al que pertenece la lesión.

Realizamos las biopsias en el grupo I tal como las realizamos en otros órganos sólidos, así hicimos un pase con aguja fina para estudio citológico seguido de un pase con una aguja gruesa con disparo automático para la histología.

En el grupo 2, la discontinuidad de la cortical se veía fácilmente con la ecografía y se introdujeron bajo guía ecográfica, las agujas a su través. El resto de la biopsia se realizó como en los casos del grupo I.

En los grupos III y IV, el área patológica se vió como una irregularidad en la superficie cortical, la cual se atravesó usando una aguja trefina de 14G bajo guía ecográfica. Usamos una técnica coaxial, con una aguja trefina de 14G para estudio histológico y una de 22G para estudio citológico. Primero, la aguja trefina de 14G se avanza hasta la lesión. Después, una vez en el lugar adecuado, se

retira el estilete interno de la aguja trefina y una aguja de 22G se pasa a través de la vaina de la aguja de 14G dentro de la lesión, para obtener una muestra para citología. A continuación, se realizó la biopsia con la aguja trefina de la manera tradicional. En 7 casos, especialmente en lesiones del grupo III, una vez se había perforado la cortical con la trefina, se realizó una biopsia con aguja gruesa con una aguja de disparo automático de 18G, coaxialmente, a través de la vaina de la aguja de 14G.

El método empleado en la biopsia del artículo 5, lo describiremos junto a las demás lesiones del tubo digestivo del artículo 6. En este artículo realizamos 42 biopsias percutáneas a 41 pacientes, de lesiones del tubo digestivo, todas bajo control ecográfico. Las lesiones del tubo digestivo se mostraban en la ecografía con una pared engrosada y con un centro ecogénico (signo del pseudoriñón) en 26 pacientes y como una masa excéntrica en 15 pacientes.

De las 42 biopsias realizadas, en 7 casos se obtuvo solo una muestra para histología con una aguja gruesa y en ningún caso se obtuvo solo muestra con aguja fina para estudio citológico. En 35 casos, se obtuvieron muestra para citología e histología.

En 39 biopsias para estudio histológico se obtuvieron las muestras con distintas agujas de disparo automático. En 32 de estas

39 biopsias, añadimos una biopsia con aguja fina con aspiración para estudio citológico, 28 casos con una aguja de 22G y cuatro con una aguja de 21G.

En las restantes tres biopsias, utilizamos una técnica coaxial con una aguja de 20G y otra de 22G a su través, con la técnica tal como la hemos descrito para las biopsias del artículo 2.

En lesiones abdominales, usamos la técnica de la compresión gradual descrita por Puylaert (Puylaert JBCM, 1986) para el estudio ecográfico de las apendicitis agudas, que consiste en apretar el transductor en el abdomen para separar las asas sanas y tener una buena visión del asa patológica.

Así, una vez elegimos el trayecto para la biopsia, usando una técnica de asepsia adecuada, infiltramos con lidocaina todo el trayecto de la biopsia desde la piel al peritoneo, usando una aguja de 22G a través de una guía de biopsia.

En las lesiones con el signo del pseudoriñón, realizamos la biopsia tangencialmente, intentando que el trayecto de la aguja pase a través del anillo hipocóico, que representa el área patológica del asa y evitamos atravesar el centro ecogénico que representa la mucosa

y la luz del asa. En las masas excéntricas, las muestras se tomaron de las áreas sólidas.

Las 197 biopsias percutáneas de este estudio, fueron realizadas entre dos radiólogos, uno sujetaba el transductor mientras que el segundo manipulaba la aguja. Esto fue especialmente útil en las biopsias del tubo digestivo practicadas en abdomen, ya que usamos la técnica de compresión gradual descrita anteriormente.

En ninguno de las 197 biopsias percutáneas, había un patólogo en la sala que evaluara las muestras, así las biopsias se dieron por finalizadas una vez el radiólogo lo creyó conveniente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Resumen de los artículos.

Los resultados de este estudio se exponen en 6 partes que se presentan en forma de artículo científico. En cada uno de los artículos, el idioma y el formato son los de la revista científica en que se han publicado.

- Artículo 1. *Punción-biopsia con aguja fina de lesiones no palpables: Aspiración versus no aspiración.*
- Artículo 2. *Biopsia percutánea: técnica coaxial para la obtención de material citológico e histológico en un solo pase.*
- Artículo 3. *Doppler duplex color in the localization of osteoid osteoma.*
- Artículo 4. *Ultrasound-guided skeletal biopsies.*
- Artículo 5. *Eosinophilic gastroenteritis: percutaneous biopsy under ultrasound guidance.*
- Artículo 6. *Sonographically guided percutaneous biopsy of gastrointestinal tract lesions.*

- Artículo 1.

La biopsia con aguja fina para la obtención de muestras para el estudio citológico siempre la habíamos realizado aplicando una aspiración de 5-10 cc con una jeringa. Sin embargo, algunos autores

comunicaron mejores resultados diagnósticos con el método sin aspiración y dado que éste nuevo método simplificaba la técnica, nos decidimos a comparar ambos métodos.

Las ventajas que se le suponen al método sin aspiración son:

1. La muestra no se contamina con tanta sangre.
2. La celularidad de la muestra es mayor y no se necesitan tantas extensiones.
3. Es una técnica mas rápida y sencilla que la de aspiración.

Realizamos un estudio prospectivo en 62 pacientes, con lesiones focales, no palpables, practicándoles una punción-biopsia dirigida con ecografía en 52 casos y con fluoroscopia en otros 10 casos. En todos los casos se puncionó con una aguja tipo Chiba de 22G, primero sin aspiración, luego con otra aguja similar aplicando una aspiración de 5 -10 cc y finalmente se obtuvieron muestras para estudio histológico con distintos tipos de agujas gruesas.

Las muestras fueron interpretadas por un citólogo que analizó la seguridad diagnóstica, los grupos celulares (grados $0 < 10$, $1 = 10-20$, $2 = 20-30$ y $3 > 30$) y la cantidad de sangre (grados de 1 a 3). Hubieron diferencias significativas entre la celularidad obtenida con aspiración (51 / 62) frente a sin aspiración (40 / 62) ($p = 0.0084$). Además, también se encontraron diferencias significativas entre la sangre con aspiración ($2,56 \pm 0,67$) y

sin aspiración ($1,95 \pm 0,86$). Finalmente hay que destacar que la seguridad diagnóstica sin aspiración fue del 65% frente al 81% con aspiración, el 89% con histología y el 92% combinando las tres técnicas.

- **Artículo 2.**

Cuando se realiza una biopsia percutánea para diagnosticar una lesión, la combinación de citología e histología, aumenta la tasa de material adecuado para diagnóstico. No obstante, para unos autores es más útil la citología, para otros la histología y para otros la combinación de ambas. Sin embargo, con las técnicas habituales, el conseguir material histológico y citológico lleva implícito la realización de más de un pase.

La tasa de complicaciones de la biopsia percutánea es muy baja y está relacionada con la localización de la lesión, con las enfermedades subyacentes del paciente y sobretodo con el número de pases. Así pues, al realizar más de un pase para obtener material para el estudio citológico e histológico, estamos aumentando las posibilidades de complicaciones.

El objeto de este artículo era exponer nuestra experiencia en la biopsia percutánea con la técnica coaxial, por la cual, se puede obtener material citológico e histológico en un solo pase, reduciendo de esta manera las complicaciones.

Empleamos el método coaxial en 43 biopsias en 41 pacientes. La localización de las lesiones biopsiadas fue pulmonar en 33 de los 43 casos y el resto en varios órganos. La técnica coaxial consistía en usar una aguja de 22 G para la citología que se introducía a través de una aguja de mayor calibre (20 G) una vez se le había retirado el fiador y al final se tomaba una muestra para histología con la aguja de 20 G.

Con el material citológico obtenido con esta técnica tuvimos un 76,7% de material apto para diagnóstico, con el citológico un 90,7% y combinados el 95,3%.

Tuvimos solo cuatro neumotótax que no precisaron tubo de drenaje y dos hemoptisis autolimitadas como complicaciones.

Estos resultados confirman que la biopsia percutánea mediante método coaxial es una alternativa en aquellos casos en que se desee material citológico e histológico y que debido a la localización de la lesión o a las condiciones del paciente, se espere una mayor probabilidad de complicaciones.

- Artículo 3.

El osteoma osteoide es una lesión ósea benigna de origen desconocido, compuesto por un núcleo central de tejido osteoide muy vascularizado y una zona periférica de hueso escleroso.

El núcleo central está muy vascularizado y debido a ello tiene una arteria hipertrofiada que lo irriga. Esta característica se ha usado para diagnosticarlo con angiografía y con estudios de medicina nuclear. Sin embargo, apenas se han descrito sus características ecográficas, con lo cual, decidimos estudiar y describir las características ecográficas y en ecografía Doppler-duplex color de estos tres osteomas osteoides. Valoramos la posibilidad de usar esta técnica como guía de biopsia, tanto percutánea como al colocar un arpón localizador para realizar una biopsia quirúrgica.

La ecografía Doppler-duplex color demostró el núcleo altamente vascularizado y su arteria nutricia hipertrofiada en un caso y solo la arteria nutricia en los otros dos casos. En los tres casos, realizamos una ecografía Doppler-duplex color de la extremidad contralateral y no observamos en ninguno de los casos nada reseñable, ya que pudimos haber confundido la arteria que irriga el núcleo central con cualquier arteria nutricia del hueso.

Una vez vistas las lesiones con ecografía Doppler-duplex color, procedimos a biopsiarlas. Dos las biopsiamos percutáneamente con una aguja trefina de 14 G guiada por ecografía Doppler color y a la otra lesión le colocamos un arpón localizador en la zona donde la arteria nutricia del osteoma osteoide atravesaba la cortical ósea y entraba en el hueso, para a continuación biopsiarla quirúrgicamente.

Así, creemos que ante la posibilidad de la ecografía Doppler-duplex color de detectar el flujo de la arteria nutricia y del núcleo central del osteoma osteoide, puede usarse esta técnica para colocarle un arpón localizador, para realizarle una biopsia percutánea o incluso para hacer un tratamiento percutáneo. Aunque, se necesita más experiencia para demostrar la utilidad de esta técnica para detectar y diagnosticar osteomas osteoides.

- Artículo 4.

La biopsia percutánea guiada por ecografía es una técnica muy extendida para diagnosticar lesiones de la mayoría de los órganos. Sin embargo, el uso de la ecografía como guía de biopsia en lesiones óseas ha sido muy infrecuente y en la practica se ha limitado a lesiones líticas con un gran componente de partes blandas. El propósito de este artículo es describir el uso de la ecografía como guía de biopsia percutánea en tumores óseos, ya sean lesiones líticas, con o sin la cortical íntegra o lesiones escleróticas.

Realizamos 65 biopsias percutáneas guiadas con ecografía en 63 pacientes. Las lesiones se dividieron en 4 grupos. El grupo I (n = 41) eran lesiones líticas con una masa de partes blandas. El grupo II (n = 14) eran líticas, con la cortical rota, sin masa de partes blandas. El grupo III (n = 4) eran lesiones líticas con la cortical

íntegra. El grupo IV (n = 6) eran lesiones esclerosas. La técnica de la biopsia cambio dependiendo del tipo de lesión.

Si juntamos los resultados de los 4 grupos, en las 65 biopsias obtuvimos un diagnóstico con la citología en 50 casos (76,9%), en 56 casos (81,1%) con la histología y en 60 de los 65 casos (92,3%) combinando la citología y la histología.

La ecografía puede distinguir pequeñas diferencias en la impedancia acústica entre la cortical normal y patológica, incluso en lesiones óseas esclerosas, que muchas veces no son distinguibles con la radiografía convencional o con el TAC. Esto permite la identificación de pequeñas áreas con la cortical rota o adelgazada, lo cual permite el uso de agujas de biopsia percutánea convencional y se evita el uso de agujas trefina en algunos casos, haciendo la biopsia más fácil y menos traumática debido al menor calibre de la aguja.

Así, estos resultados nos confirman que la ecografía es un método eficaz y seguro como guía de biopsia percutánea en lesiones óseas, ya sean lesiones óseas líticas o esclerosas, ya que la ecografía puede identificar cambios sutiles en la cortical y en el componente de partes blandas asociado.

- **Artículo 5.**

Desde la descripción del primer caso de gastroenteritis eosinofílica en 1937, se han ido comunicando nuevos casos esporádicamente, sin llegar a alcanzar la cifra del millar de casos diagnosticados, entre otras razones porque es una enfermedad muy infrecuente y su diagnóstico requiere confirmación histológica.

La gastroenteritis eosinofílica se caracteriza por una infiltración focal o difusa del tracto gastrointestinal por eosinófilos y sus manifestaciones clínicas varían dependiendo del órgano afectado así como de la capa del tubo digestivo infiltrada.

La confirmación histológica es a veces difícil de conseguir. Si la afectación es predominantemente mucosa, la biopsia se realizará por endoscopia, pero si la mucosa está intacta o la afectación está entre el ligamento de Treitz o la válvula ileocecal, con la biopsia endoscópica no se obtendrá una muestra adecuada. Si la afectación es mucosa y extensa, la biopsia se puede realizar con una cápsula peroral.

Hasta ahora, cuando la mucosa estaba respetada o la afectación era parcheada, el diagnóstico histológico tenía que hacerse con laparotomía.

En este artículo, se presenta el primer caso de gastroenteritis eosinofílica, cuyo diagnóstico definitivo se ha realizado con una biopsia percutánea guiada por ecografía.

Teniendo en cuenta los problemas que hay para biopsiar estas lesiones con endoscopia, si conseguimos verlas bien con ecografía, creemos que es posible diagnosticarlas con una biopsia percutánea guiada por ecografía, y recomendamos esta técnica para diagnosticar tanto la gastroenteritis eosinofílica como otras enfermedades del tubo digestivo con la pared engrosada, que se vean bien en ecografía y no sean accesibles a la biopsia endoscópica.

- Artículo 6.

El diagnóstico histológico de las lesiones del tubo digestivo, normalmente se obtiene por endoscopia. Sin embargo, cuando la lesión es submucosa o está situada entre el ligamento de Treitz y la válvula ileocecal, la biopsia puede ser imposible de obtener. En estos casos, la biopsia se obtiene por laparoscopia o por cirugía abierta, excepto en casos con una extensa afectación mucosa del intestino delgado en que se obtiene la biopsia por una capsula peroral.

El propósito de este artículo es exponer nuestra experiencia en biopsia percutánea guiada por ecografía de lesiones situadas en el tubo digestivo, cuando éstas sean visibles con ecografía y por cualquier razón la biopsia endoscópica no sea posible.

Realizamos 42 biopsia percutáneas a 41 pacientes. Realizamos las biopsia percutáneas con guía ecográfica en tiempo real, usando la técnica de compresión gradual. En 39 de las 42 biopsias obtuvimos material para estudio histológico con una aguja de disparo automático de 18 G. En 28 casos obtuvimos material para estudio citológico con una aguja de 22 G y en cuatro con 21G. En los otros tres casos, usamos una técnica coaxial con una aguja de 22 G por dentro de una de 20 G, tal como está descrito para las biopsias del artículo 2.

En 40 (95,2%) de las 42 biopsias percutáneas con aguja gruesa obtuvimos un diagnóstico y en 16 (45,3%) de las 35 biopsias con aguja fina.

Tuvimos siete complicaciones menores y una mayor. Las siete complicaciones menores consistieron en dolor abdominal moderado que desapareció espontáneamente y la complicación mayor fue un bilioperitoneo, que fue tratado percutáneamente, pudiendo verse las imágenes en el artículo del anexo 1.

En ocho casos, obtuvimos fragmentos de mucosa, lo cual significa que perforamos el asa hasta la luz y en ningún caso tuvimos reacciones adversas tales como peritonitis o neumoperitoneo.

Con estos resultados creemos que la ecografía es una técnica segura y eficaz para guiar la biopsia de las lesiones del tubo

digestivo cuando estas lesiones se vean bien en ecografía y no sean accesibles a la biopsia endoscópica.

**Punción-biopsia con aguja fina de lesiones no palpables:
Aspiración versus no aspiración.**

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

Francisco Gomez Chavarría, Jose H. García, Santiago Gil, José Vera, Virginia Cortes, José Cervera, Santiago F. Marco. Radiología 1996; 38 (3): 175 - 178.
Punción-biopsia con aguja fina de lesiones no palpables: Aspiración versus no aspiración.

Biopsia percutánea: técnica coaxial para la obtención de material citológico e histológico en un solo pase.

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

Gil S, Marco SF, Jornet J, Fernández P, Ambit S, Bordón F. Radiología 1998; 40: 659 – 662. **Biopsia percutánea: técnica coaxial para la obtención de material citológico e histológico en un solo pase.**

Doppler duplex color in the localization of osteoid osteoma.

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

Gil S, Marco S F, Arenas J, Irurzun J, Agullo MT, Alonso S. Skeletal Radiol 1999; 28: 107-110. **Doppler duplex color in the localization of osteoid osteoma.**

Ultrasound-guided skeletal biopsies.

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

Gil-Sanchez S, Marco-Domenech SF, Irurzun-Lopez J, Fernández-García P, de la Iglesia-Cardera P, Ambient-capdevila S. Skeletal Radiol. 2001 Nov; 30(11): 615-9.
Ultrasound-guided skeletal biopsies.

**Eosinophilic gastroenteritis: percutaneous biopsy under
ultrasound guidance.**

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

Marco-Doménech S F, Gil-Sanchez S, Jornet-Fayos J, Ambit-Capdevila S, Gonzalez-Añón M. Abdom Imaging 1998; 23 (3): 286 – 288. **Eosinophilic gastroenteritis: percutaneous biopsy under ultrasound guidance.**

Sonographically guided percutaneous biopsy of gastrointestinal tract lesions.

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

Marco-Doménech S F, Gil-Sanchez S, Fernández-García P, de la Iglesia-Carrena P, Gonzalez_ Añon M, Arenas-Jimenez JJ, Alonso-Charterina S, Piqueras-Olmeda R. Am J Roentgenol. 2001;176:147-51. **Sonographically guided percutaneous biopsy of gastrointestinal tract lesions.**

4.8. Resumen de los resultados.

- En el artículo 1 hay diferencias significativas entre la mayor celularidad obtenida con aspiración frente a sin aspiración ($p = 0.0084$). También se encontraron diferencias significativas entre la mayor cantidad de sangre presente con aspiración frente a sin aspiración ($p = 0.0001$).
- La seguridad diagnóstica sin aspiración fue del 64.5% frente al 82.2% con aspiración, el 88.7% con histología y del 91.9% combinando las tres técnicas.

- En las 43 biopsias en que empleamos la técnica coaxial, tuvimos una tasa de material adecuado para el diagnóstico citológico del 76.7%. En la histología obtuvimos un 90.6% de material adecuado. Combinando los resultados de la citología e histología se incrementa al 95.3% la tasa de resultados diagnósticos.

- En las 35 biopsias torácicas (33 pulmonares y dos de adenopatías mediastínicas) que realizamos con técnica coaxial solo se produjeron cuatro neumotórax (11.4%) y dos hemoptisis leves autolimitadas. En las otras ocho biopsias que realizamos con técnica coaxial no se produjo ninguna complicación.

- En los tres casos de osteoma osteoide explorados con ecografía Doppler-duplex color pudo verse la arteria que irrigaba a la lesión e incluso en uno de los tres casos pudo detectarse la presencia de flujo arterial en el interior del núcleo central del osteoma osteoide.

- En las 65 biopsias óseas guiadas con ecografía, obtuvimos el diagnóstico en el estudio citológico en 50 casos (76.9%), en 56 casos

(81,1%) con el estudio histológico y en 60 casos (92.3%) combinando citología e histología.

- En las seis lesiones óseas esclerosas biopsiadas con guía ecográfica, obtuvimos el diagnóstico citológico en cuatro casos (66.6%) y en cinco casos (83.3%) en el estudio histológico y combinando la citología y la histología.

- En las 65 biopsias óseas con guía ecográfica no tuvimos ninguna complicación, excepto una ligera molestia en el punto de punción de la aguja trefina, que se resolvió espontáneamente en pocas horas.

- En el caso de la gastroenteritis eosinofílica que afectaba al yeyuno, obtuvimos el diagnóstico con la biopsia percutánea guiada por ecografía con dos pases con una aguja de disparo automática de 18 G sobre la imagen de pseudorriñón que formaba la lesión. No tuvimos complicaciones.

- De las 42 biopsias de tubo digestivo guiadas por ecografía, obtuvimos un diagnóstico específico en 40 (95.2%) de las 42 biopsias hechas con aguja gruesa. En 16 (45.6%) de las 35 biopsias con aguja fina obtuvimos material suficiente para el diagnóstico.

- De las 42 biopsias del tubo digestivo guiadas por ecografía, solo tuvimos siete complicaciones menores y una mayor. Las siete complicaciones menores fueron un ligero dolor abdominal que desapareció sin tratamiento. La complicación mayor fue un bilioperitoneo que se trató percutáneamente.

- En ocho de las 42 biopsias del tubo digestivo se vieron fragmentos de mucosa en los cilindros obtenidos y en ninguno de estos casos tuvimos complicaciones tales como peritonitis o neumoperitoneo.

5. CONCLUSIONES GLOBALES.

5.1. Conclusiones globales.

- La biopsia con aguja fina con aspiración obtiene unas muestras con mayor contaminación hemática, pero también obtiene las muestras con una mayor celularidad, lo cual permite que la seguridad diagnóstica de la biopsia con aguja fina con aspiración sea mayor que la de la biopsia con aguja fina sin aspiración.

- La biopsia con aguja fina sin aspiración no aporta en nuestra serie, mejores resultados que la biopsia con aspiración, siendo por tanto, partidarios de continuar con el método de aspiración.
- A pesar de que la biopsia percutánea con técnica coaxial tiene algunos inconvenientes, como la imposibilidad de utilizar agujas de disparo automático y la posibilidad del deterioro del material al biopsiarse repetidamente la misma zona de la lesión, las ventajas de la técnica coaxial compensan estos inconvenientes, ya que es una técnica que tiene pocas complicaciones, disminuye las molestias, acorta el tiempo de realización de la biopsia y las posibilidades de error geográfico, especialmente en lesiones profundas o difíciles de alcanzar.
- Creemos que dadas las ventajas de la técnica coaxial, este método puede ser una alternativa a usar en aquellas biopsias que por las características del paciente o de la lesión que se va a biopsiar, se desee obtener material citológico e histológico en un solo pase.
- La habilidad de la ecografía Doppler-duplex color en observar pequeños vasos sanguíneos, permite detectar las arterias nutricias y el flujo arterial del núcleo del osteoma osteoide, lo cual permite que se use la ecografía Doppler-duplex color para guiar la biopsia percutánea de estas lesiones, para colocar un arpón localizador y ser extirpado

quirúrgicamente e incluso realizar un tratamiento percutáneo del osteoma osteoide si fuera necesario. Aunque creemos que se necesita más experiencia en demostrar la utilidad de la ecografía Doppler-duplex color en detectar y diagnosticar osteomas osteoides.

- La ecografía permite identificar pequeños cambios en la cortical ósea y diferenciar entre cortical normal y patológica, tanto en lesiones líticas como esclerosas así como valorar el componente de partes blandas asociado.

- La biopsia percutánea de lesiones óseas guiada por ecografía es una técnica segura y eficaz tanto para lesiones óseas líticas como esclerosas, aunque usaremos distintas técnicas para realizar la biopsia, dependiendo de las características radiológicas de las lesiones.

- Debido a la capacidad de la ecografía para guiar la biopsia percutánea de asas patológicas con la pared engrosada (signo del pseudorriñón), recomendamos esta técnica para biopsiar tanto la gastroenteritis eosinofílica como otras enfermedades del tubo digestivo que muestren una pared engrosada en el estudio ecográfico y que no sean accesibles a la biopsia endoscópica.

- La ecografía puede utilizarse para valorar múltiples procesos patológicos que afecten al tubo digestivo, tanto en pacientes adultos como en edad pediátrica. De hecho, la ecografía es una técnica muy sensible para las lesiones del tubo digestivo pero muy poco específica, con lo cual a veces será necesario biopsiar la lesión para conocer el diagnóstico.

- La biopsia percutánea guiada por ecografía de las lesiones del tubo digestivo es una técnica segura y eficaz, tanto si las lesiones se muestran en ecografía con la pared engrosada (signo del pseudorriñón) o como una masa excéntrica. Así esta técnica es recomendable cuando una lesión se vea en ecografía y no sea accesible a la biopsia endoscópica.

- Se sabe que tener que atravesar una porción del tubo digestivo sano durante la biopsia percutánea de otro órgano no es una contraindicación para no realizarla. Sin embargo, con los datos de este estudio hemos visto que tampoco se producen complicaciones cuando se atraviesa una porción de tubo digestivo patológico durante su biopsia percutánea.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Bodner G, Schocke MFH, Rachbauer F, Seppi K, Peer S, Fierlinger A et al. Differentiation of malignant and benign musculoskeletal tumors: combined color and Power Doppler US and spectral wave analysis. Radiology **2002**; 223: 410 – 416.
- Brandt KR, Charboneau JW, Stephens DH, Welch TJ, Goellner JR. CT- and US-guided biopsy of the pancreas. Radiology **1993**; 187: 99-104.
- Burns PN. The physical principles of Doppler and spectral analysis. J Clin Ultrasound **1987**; 15 : 467 – 590.
- Caspers JM, Reading CC, McGahan JP, Charboneau JW. Ultrasound-guided biopsy and drainage of the abdomen and pelvis. En: Rumack CM, Wilson SR,

Charboneua JW Ed. Diagnostic ultrasound. Segunda edición. St. Louis, Mo: Mosby-Year book, **1998**. 599 - 628.

- Charboneau JW, Reading CC, Welch TJ. CT and sonographically guided biopsy: current techniques and new innovations. *AJR* **1990**; 154: 1-10.

- Chem RK, Kaplan PA, Dussault RG. Ultrasonography of the musculoskeletal system. *Radiol Clin North Am* **1994**; 32: 275 – 289.

- Chivers RC, Parry RJ. Ultrasonic velocity and attenuation in mammalian tissues. *J Acoust Soc Am* **1978**; 63 : 940 – 953.

- Choi H, Varma DGK, Fornage BD, Kim EE, Johsto DA. Soft tissue sarcoma: MR imaging versus sonography for detection of local recurrence after surgery. *AJR* **1991**; 157: 353 – 358.

- Dachman AH. A biopsy compression device for use in cross-sectional or fluoroscopic imaging. *AJR* **1998**; 171: 703-705.

- D'Agostino MA, Said-Nahal R, Hacquard-Bourder C, Brasseur JL, Dougados M, Breban M. Assessment of peripheral enthesitis in the spondylarthropaties by ultrasonography combined with power Doppler: a cross-sectional study. *Arthritis Rheum* **2003**; 48:523 – 533.

- Dahnert WF, Heller HM, Hamper UM. Fine needle aspiration biopsy of abdominal lesions: diagnostic yield for different needle tip configurations. *Radiology* **1992**; 185: 263 - 268.

- De Gregorio MA, Alfonso ER, Villavieja JL, Torres J, Pina JL, Abos MD et al. Transthoracic aspiration biopsy of pulmonary and mediastinal lesions. *Eur J radiol* **1991**, 12: 98 - 103.

- De Gregorio MA, Opla JM, Pulido J, Ecaración EC, Ariño I, Fernández JA, Alfonso ER. Analgesia y sedación en radiología vascular e intervencionista. *Radiología* **1993**; 8: 539 - 543.

- De Gregorio MA, Ariño I. La biopsia torácica percutánea. Un procedimiento eficaz y seguro en el diagnóstico neumológico. En: De Gregorio MA Ed. *La radiología intervencionista en neumología*. Zaragoza: Graficas Vela S. L. ; **1996**. 33 - 39.

- Erwin BC, Brynes RK, Chan WC. Percutaneous needle biopsy in the diagnosis and clasification of lymphoma. *Cancer* **1986**; 57: 1074 – 1078.

- Falk B, Bronshtein Z, Zigel L, Constantini NW, Eliakim A. Quantitative ultrasound of the tibia and radius in prepuberal and early-puberal female atheles. *Arch Pediatr Adolesc Med* **2003**; 157: 139 – 143.

- Fisher AJ, Paulson EK, Sheafor DH, Simmons CM, Nelson RC. Small lymph nodes of the abdomen, pelvis and retroperitoneum: usefulness of sonographically guided biopsy. *Radiology* **1997**; 205: 185 - 190.

- Fornari F, Civardi G, Cabaña L. Complications of ultrasonically guided fine-needle abdominal biopsy. Results of a multicenter italian study and review of the literature. The cooperative italian study group. *Scand J Gastroenterol* **1989**; 24: 949 – 955.

- García JH, de Lázaro S, Gil S, Gómez F, González M, Ambit S et al. Biopsia percutánea de lesiones ósea líticas con ultrasonografía. *Radiología* **1996**; 38: 91 – 95.

- García-Fernández MA. Bases físicas del efecto Doppler. En: García-Fernández MA Ed. *Doppler cardiaco*. Primera edición. Madrid: Interamericana-McGraw -Hill; **1988**. 5 – 13.

- García-Vila JH, Bordón F, Gonzalez-Añón M, Ambit S. Tumoral seeding along the percutaneous tract of cholangiocarcinoma treated with autoexpandible metallic endoprotheses. *J Vasc Interv Radiol* **1998**; 9: 663 – 664.

- Gazelle GS, Haaga JR. Biopsy needles characteristics. *Cardiovasc Intervent Radiol* **1991**; 14: 13 - 16.

- Gil S, Marco SF, Arenas J, Irurzun J, Agullo MT, Alonso S. Doppler duplex color in the localization of osteoid osteoma. *Skeletal Radiol* **1999**; 28: 107-110.

- Gill RW. Pulsed Doppler with B-mode imaging for quantitative blood flow measurement. *Ultrasound Med Biol* **1979**; 5 : 223 – 235.

- Gil-Sánchez S, Marco-Doménech SF, Irurzun-Lopez J, Fernández-García P, de la Iglesia-Cardera P, Ambit-capdevila S. Ultrasound-guided skeletal biopsies. *Skeletal Radiol* **2001**; 30: 615 - 9.

- Goss SA, Johnson RL, Dunn F. Comprehensive compilation of empirical properties of mammalian tissues. *J Acoust Soc Am* **1978**; 64: 423 457.

- Hsun-Chin C, Syh-Jae L, Yhu-Chering H, Tzou-Yien L. Color Doppler ultrasonographic evaluation of osteomyelitis in children. *J Ultrasound Med* **1999**;18: 729 - 734.

- Holm HH, Pedersen JF, Kristensen JK. Ultrasonically guided percutaneous puncture. *Radiol Clin North Am* **1975**; 13: 493-503.

- Kiser GC, Totonchy M, Barry JM. Needle tract seeding after percutaneous renal adenocarcinoma aspiration biopsy. *J Ultrasound Urol* **1986**; 136: 1292 – 1293.

- Krembau FW. Principles and instrumentation. En: Merritt CRB Ed. Doppler color imaging. Primera edición. New York: Churchill Livingstone; **1992**. 7 – 60.

- Levine ML, Hall FM,. Gauntry angulation for CT-guided biopsy or aspiration. *AJR* **1989**; 152: 1345 - 1346.

- Magnuson A, Akerfeldt D. CT-guided core biopsy using a new guidance device. *Acta Radiol* **1991**; 32: 83 - 85.

- Marco-Doménech SF, Gil-Sanchez S, Jornet-Fayos J, Ambit-Capdevila S, Gonzalez-Añón M. Eosinophilic gastroenteritis: percutaneous biopsy under ultrasound guidance. *Abdom Imaging* **1998**; 23 (3): 286 – 288.

- Marco-Domenech SF, Gil-sanchez S, Fernández-García P, de la Iglesia-Carrena P, Gonzalez-Añón M, Arenas-Jimenez JJ, Alonso-Charterina S, Piqueras-Olmeda R. Sonographically guided percutaneous biopsy of gastrointestinal tract lesions. *Am J Roentgenol*. **2001** Jan;176(1):147-51.

- Martín T, García-Vila JH, Santana MA, Campoy F, Ortiz E, Falcon D. La biopsia percutánea dirigida por ultrasonografía de tiempo real en el diagnóstico de lesiones pancreáticas. *Radiología* **1986**; 28: 151 – 158.

- Martino CR, Haaga JR, Bryan PJ. CT-guided liver biopsies: eight years' experience. *Work in progress. Radiology* **1984**; 152: 755 – 757.

- Matalon TAS, Silver B. US guidance of interventional procedures. *Radiology* **1990**; 174: 43-47.

- McKeighen RE. Basic transducer physics and design. Semin Ultrasound **1983**; 4: 50 – 55.

- Memel DS, Dodd GD, Esola CC. Efficacy of sonography as a guidance technique for biopsy of the abdominal, pelvic and retroperitoneal lymph nodes. AJR 1996; 167: 957-962.

- **Mende U, Gutwein S, Krempien R, Wannemacher M, Ewerbeck V, Worn H. Sonography of tumors of the locomotor system. Orthopade 2002; 31: 156 – 164.**

- **Merritt CRB. Doppler US: The basics. Radiographics 1991; 11: 109 – 119.**

- **Merritt CRB, Krembau FW, Hobbins JC. Diagnostic Ultrasound: Bioeffects and safety. Ultrasound in Obstetrics and Gynecology 1992; 2: 366 – 374.**

- Merritt CRB. Physics of ultrasound. En: Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW Ed. Diagnostic ultrasound. Segunda edición. St. Louis, Mo: Mosby-Year book, **1998**. 3 - 33.

- Nerín I, Duce F, De Gregorio MA. Sedación y preparación del paciente neumológico que va a ser sometido a una técnica de radiología intervencionista. En: De Gregorio MA Ed. La radiología intervencionista en neumología. Zaragoza: Graficas Vela S. L. ; **1996**. 33 - 39.

- Nolsoe C, Nielsen L, Torp-Pedersen S. Major complications and deaths due to interventional ultrasonography: a review of 8.000 cases. J Clin Ultrasound **1990**; 18: 179 – 184.

- Okanobu H, Hata J, Haruma K, Hara M, Nakamura K, Tanaka S et al. Giant gastric folds: Differential diagnosis at US. Radiology **2003**; 226: 686 – 690.

- Pagani JJ. Biopsy of focal hepatic lesions: comparison of 18 and 22 gauge needles. Radiology **1983**; 147: 673 – 675.

- Petit P, Bret PM, Tough JO, Reinhold C. Risks associated with intestinal perforation during experimental percutaneous drainage. Invest Radiol **1992**; 27: 1012-1019.

- Piqueras Olmeda RM, García Vila JH, Gonzalez Añón M, Bordón Ferré F, Jornet Fayos J, Ambit Capdevila S. Biopsia percutánea guiada por ecografía de lesiones y derrames pleurales. Rev Clin Esp **1999**; 199: 560 – 563.

- Poster RB, Jones DB, Spirt BA. Percutaneous pediatric renal biopsy: use of the biopsy gun. Radiology **1990**; 176: 725 – 727.

- Puylaert JBCM. Acute appendicitis: US evaluation using graded compression. Radiology **1986**; 158:355-360.

- Reading CC, Charboneau JW, James EM, Hurt MR. Sonography guided percutaneous biopsy of small (3 cm or less) masses. AJR **1988**; 151: 189 – 192.

- Reading CC. Percutaneous needle biopsy (Editorial commentary). Abdom Imaging **1997**; 22: 311-312.

- Reid MH. Real-time sonographic needle biopsy guide. AJR **1983**; 140: 162 – 163.

- Rubin JM, Bude RO, Carson PL. Power Doppler US: a potentially useful alternative to mean frequency-based color doppler US. Radiology **1994**; 190: 853 – 856.

- Saifuddin A, Burnett SJ and Mitchell R. Pictorial review: ultrasonography of primary bone tumors. Clinical Radiology. **1998**; 53: 239-246.

- Salmanso GV, Taricco F. Ultrasonographic characteristics of lipoma of the soft tissues. Radiologica Medica **1994**; 88: 373 - 377.

- Santiago RC, Jiménez CR, McCarthy K. Imaging of osteomyelitis and musculoskeletal soft tissue infections: current concepts. Rheum Dis Clin North Am **2003**; 29: 89 - 109.

- Silverman SG, Bloom DA, Seltzer SE. Needle-tip localization during CT-guided abdominal biopsy: comparison of conventional and spiral CT. AJR **1992**; 159: 1095 - 1097.

- Silverman SG. Percutaneous abdominal biopsy: Recent advances and future directions. *Semin Intervent Radiol* **1996**; 13: 3 - 15.

- Silvestre E, Bertolotto RP; Neumaier CE, Derchi LE. Case report: US detection of tendinous metastasis from malignant melanoma. *Clin radiol* **1994**; 49: 288 – 289.

- Smith EH. Complications of percutaneous abdominal fine-needle biopsy. *Radiology* **1991**; 178: 253 – 258.

- Steiner GM, Sprigg A. The value of ultrasound in the assessment of bone. *British Journal of Radiology* **1992**; 65:589-593.

- Targhetta R, Balmes P, Marty-Double C, Mauboussin JM, Bourgeois JM, Pourcelot L. Ultrasonocally guided aspiration biopsy in osteolytic bone lesions of the chest wall. *Chest* **1993**; 103: 1403-1408.

- vonSonnenberg E, Mueller PR, ferruci JT. Percutaneous drainage of 250 abdominal abscesses and fluid collections. *Radiology* **1984**; 151: 337 – 341.

- Walters JP. Physics of high-resolution ultrasound - Practical aspects. *Radiol Clin North Am* **1993**; 23 (1): 3 - 11.

- **Welch TJ, Sheedy PF, Johnson CD. CT- guided biopsy: prospective analysis of 1.000 procedures. *Radiology* 1989; 171: 493 – 496.**

- Young JR, Kostrubiak IS, Resnick CS, Paley D. Sonographic evaluation of bone production and the distraction site in Ilizarof limb-lengthening procedures. *AJR* 1990; 154: 125.

- Zagzebski JA. Physics and instrumentation in Doppler and B-mode ultrasonography. En: Zwiebel WJ Ed. Introduction to vascular ultrasonography. Tercera edición. New York: Saunders. 1992. 7- 44.

- Zanetta G, Brenna A, Pitelli M. Transvaginal ultrasound-guided fine needle sampling of deep cancer recurrences in the pelvis: usefulness and limitations. *Gynecol Oncol* 1994; 54: 59 - 63

- Zwiebel WJ. Spectrum analysis in Doppler vascular diagnosis. En: Zwiebel WJ Ed. Introduction to vascular ultrasonography. Tercera edición. New York: Saunders. 1992. 45 – 65.

ANEXOS.

**Biopsia percutánea de lesiones del tubo digestivo
guiada por ecografía.**

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

S. Gil, S. F. Marco, P. Fernández, I. Martín, J.M. Ballesteros, C. Gómez. Radiología 1999; 41: 649-654.
Biopsia percutánea de lesiones del tubo digestivo guiada por ecografía.

Síndrome de Bouveret: Hallazgos clínicos y radiológicos.

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

Marco Doménech SF, Lopez Mut JV, Fernandez García P, San Miguel Moncín MM, Gil Sanchez S, Jornet Fayos J, Tudela Ortells X. Rev Esp Enferm Dig 1999; 91: 144 –148. **Síndrome de Bouveret: Hallazgos clínicos y radiológicos.**

Acalasia infantil simulando masa mediastínica.

Correlación radiopatológica.

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

Rosa M. Piqueras, Santiago F. Marco, José Cervera,
Virginia Cortés. Radiología 1998; 40 (1). 54 – 6.
**Acalasia infantil simulando masa mediastínica.
Correlación radiopatológica.**

**Fibrosis retroperitoneal de presentación atípica. Punción
percutánea.**

LEER EN: SECCIÓN ARTÍCULOS

Santiago Gil, Santiago F. Marco, José Jornet, Xavier Tudela, Pilar Fernandez, Silvia Ambit, Fernanda Bordón. Radiología 1998; 40 (5): 341 – 345. **Fibrosis retroperitoneal de presentación atípica. Punción percutánea.**