

Elastografía hepática por onda de corte (SWE) e Imagen de Atenuación (ATI) para la evaluación no invasiva de la enfermedad hepática crónica.

Molina Romera, Germán¹, Flores Ríos, Enrique¹, Pérez Lojo, Talía¹,
Marrull Caldas, Andrés Giulior¹, García Rico, Uriela¹, Bonifaz Lopez,
Freddy Andrés¹, Pasquale, Valentino¹.

¹Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela

Objetivos docentes

- Reconocer la importancia clínica de la fibrosis y la esteatosis hepática en el contexto de la enfermedad hepática crónica y su papel en el cribado y seguimiento.
 - Conocer los fundamentos fisiopatológicos de la enfermedad hepática crónica y sus métodos diagnósticos.
 - Conocer los diferentes métodos diagnósticos de fibrosis y esteatosis basados en biopsia, biomarcadores, pruebas de imagen y parámetros físicos.
 - Comprender los fundamentos físicos y técnicos de las diferentes técnicas elastográficas, fundamentalmente de la elastografía por onda de corte (SWE) y de la Imagen de Atenuación (ATI).
 - Aprender la realización paso a paso de SWE y ATI, incluyendo preparación del paciente, posicionamiento, selección de la región de interés y criterios de calidad de la medición.
 - Interpretar correctamente los resultados de SWE y ATI, identificando factores que afectan la calidad y fiabilidad de las mediciones (obesidad, ascitis, inflamación, artefactos técnicos).
-

Indice

1. Enfermedad Hepática Crónica
2. Fibrosis y Esteatosis. Patogenia.
3. Técnicas diagnósticas.
 - a. Fibrosis
 - i. Biopsia
 - ii. Biomarcadores
 - iii. Parámetros físicos
 - b. Esteatosis
 - i. Biopsia
 - ii. Biomarcadores
 - iii. Parámetros físicos/imagen
4. Algoritmos diagnósticos de fibrosis y esteatosis en EHC.

5. 2D-SWE
 - a. Técnica.
 - b. Parámetros de calidad.
 - c. Interpretación de resultados.
6. ATI
 - a. Técnica y parámetros de calidad.
 - b. Interpretación de resultados.
7. Factores confusores.
8. Conclusiones.
9. Bibliografía.

Enfermedad hepática crónica

La enfermedad hepática crónica (EHC) constituye un importante problema de salud pública debido a su elevada prevalencia, morbimortalidad y al consumo de recursos sanitarios que genera. Se estima que es responsable de hasta el 4 % de las muertes a nivel mundial y de un elevado número de años de vida ajustados por discapacidad (DALYs).

Entre sus principales consecuencias destacan el desarrollo de esteatosis y fibrosis hepática, que pueden progresar hasta cirrosis, que se asocia a un mayor riesgo de carcinoma hepatocelular.

La etiología de la fibrosis hepática es diversa e incluye causas metabólicas, infecciosas, autoinmunes, tóxicas y genéticas. A nivel mundial y en Europa, las causas más frecuentes son el consumo excesivo de alcohol, la hepatitis viral crónica —especialmente por virus de la hepatitis B y C— y la enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica (MASLD).

Otras causas menos frecuentes incluyen trastornos genéticos, como la enfermedad de Wilson o la hemocromatosis, así como enfermedades hepáticas autoinmunes y otras patologías por depósito. [1]

Enfermedad hepática crónica

Actualmente, la enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica, MASLD, por sus siglas en inglés, es la primera causa de enfermedad hepática crónica con una prevalencia del 20-30% en la población general. Por su parte, el consumo de alcohol lidera las causas de cirrosis a nivel global, causando el 60% de las cirrosis en Europa, produciéndose un aumento en los últimos años. Además, el consumo de alcohol también coexiste con otras etiologías de enfermedad hepática crónica como las infecciones virales o la MASLD.

Por otra parte, la infección por VHC, que históricamente ha sido la mayor causa de fibrosis a nivel global, va disminuyendo debido a, entre otras cosas, la aparición de tratamientos antivirales efectivos. [1]

MASLD

**1ª causa de
EHC**

Alcohol

**1ª causa de
cirrosis**

Enfermedad hepática crónica

En los últimos años se ha actualizado la terminología de la enfermedad hepática grasa. El término MASLD sustituye a NAFLD/MAFLD, y MASH reemplaza a NASH como la forma inflamatoria y progresiva. Este cambio busca resaltar que la enfermedad se debe a la disfunción metabólica (como diabetes tipo 2, obesidad o síndrome metabólico) y no simplemente a la ausencia de consumo de alcohol. [2]

MASLD



Enfermedad Hepática Esteatósica asociada a Disfunción Metabólica

MASH



Esteatohepatitis asociada a disfunción metabólica

Además, se considera una nueva categoría, fuera de MASLD, llamada “**Enfermedad Hepática por Disfunción Metabólica y Alcohol**” (**MetALD**) para describir a aquellos pacientes con MASLD que consumen mayores cantidades de alcohol por semana que las establecidas como límite superior de consumo en la definición de MASLD (50 g/semana y 60 g/semana para mujeres y hombres, respectivamente). [2]

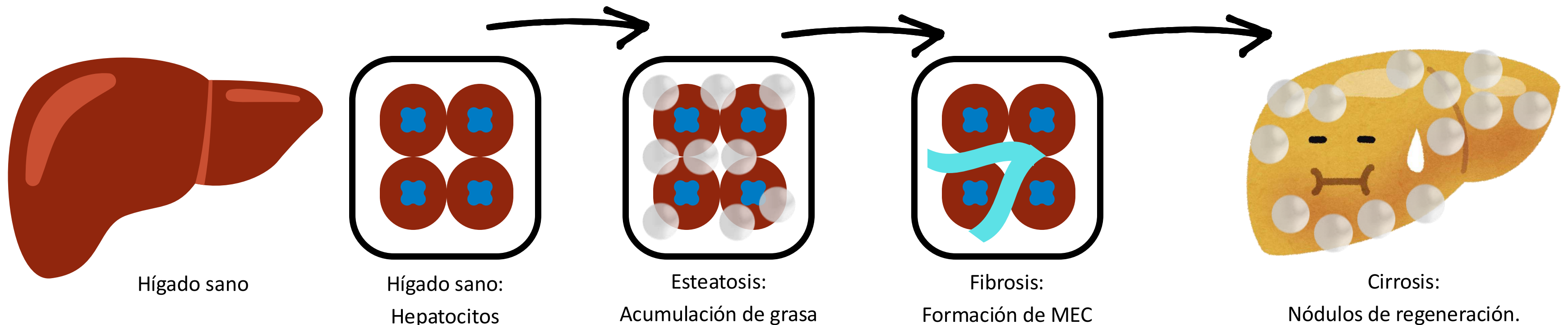
MASLD/MASH
MetALD

Fibrosis y esteatosis: patogenia.

La fibrosis hepática es una afección patológica caracterizada por un depósito excesivo de matriz extracelular (MEC) en respuesta a una lesión hepática crónica, lo que provoca una cicatrización progresiva del parénquima hepático. Con el tiempo, la fibrosis puede progresar a cirrosis y carcinoma hepatocelular (CHC), lo que la convierte en un factor determinante clave de los resultados de la enfermedad hepática crónica. Esta progresión, influenciada por factores genéticos y ambientales, puede llevar entre 20 y 40 años. [3, 4, 5]

Fibrosis y esteatosis: patogenia.

Como consecuencia de la progresión de la fibrosis, se va distorsionando la arquitectura hepática, aumentando la cantidad de septos fibrosos y formando nódulos de regeneración hepatocelular, hecho que histológicamente define el estadio de cirrosis. [3, 4, 5]



Fibrosis: Diagnóstico - Biopsia

La **biopsia** hepática es el método de referencia para diagnosticar fibrosis y esteatosis, pero tiene limitaciones: es invasiva, requiere entorno hospitalario, puede causar dolor y complicaciones, y al analizar una muestra pequeña puede dar falsos negativos. Además, depende del observador y no es útil para seguimiento continuo.

El sistema **METAVIR** (metaanálisis de datos histológicos en hepatitis viral) se utiliza para evaluar estas biopsias, determinando tanto el grado de fibrosis (estadio) como la actividad inflamatoria (grado) de la enfermedad. [6]

Biopsia

Fibrosis: Diagnóstico - Biopsia

El nivel de fibrosis varía entre F0 (sin fibrosis) y F4 (cirrosis) y se basa principalmente en la presencia de fibrosis en el tracto portal y el número de septos. El nivel F2 o superior se considera fibrosis significativa, mientras que el F3 o superior se considera fibrosis avanzada.

La actividad histológica evalúa la intensidad de la necrosis y la inflamación del tejido hepático. Establece 3 categorías: Ninguna actividad (A0), Actividad leve (A1), Actividad moderada (A2) y Actividad grave (A3). [6]

F0	No fibrosis
F1	Fibrosis periportal
F2	Fibrosis con pocos septos
F3	Fibrosis con numerosos septos
F4	Cirrosis

**Biopsia:
METAVIR**

Fibrosis: Diagnóstico - Biomarcadores

Los biomarcadores son herramientas reproducibles y accesibles que combinan distintos parámetros mediante algoritmos para evaluar la fibrosis hepática. Sin embargo, tienen limitaciones: no son específicos del hígado, pueden alterarse por otras enfermedades y no distinguen bien las fases intermedias de la fibrosis. Además, están validados principalmente en hepatopatías virales y MASLD. Existen fórmulas patentadas (como Fibrotest o Hepascore) y no patentadas, siendo estas últimas más accesibles porque usan datos habituales de laboratorio. Todas combinan variables analíticas (como transaminasas, bilirrubina o plaquetas) y factores como la edad y el sexo. [7]

FIB-4

El índice Fibrosis-4 (FIB-4) es una fórmula no patentada que usa edad, AST, ALT y plaquetas, y ha demostrado mayor eficacia que otras. Sin embargo, sus valores pueden alterarse por factores distintos a la fibrosis, como la hepatitis, generando falsos positivos. Un resultado $>2,67$ indica fibrosis avanzada (estadios 3–4 METAVIR), mientras que valores $<1,3$ (36–64 años) o <2 (≥ 65 años) descartan fibrosis. Los resultados intermedios requieren pruebas adicionales.

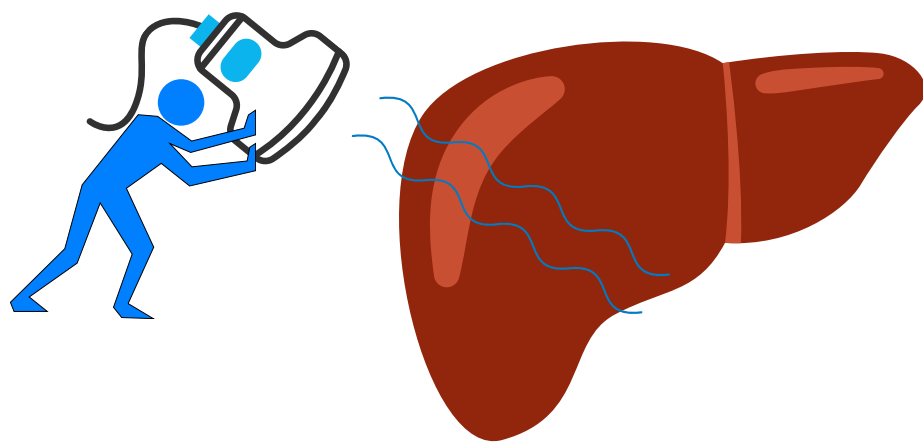
Biomarcadores

Fibrosis: Diagnóstico - Parámetros Físicos

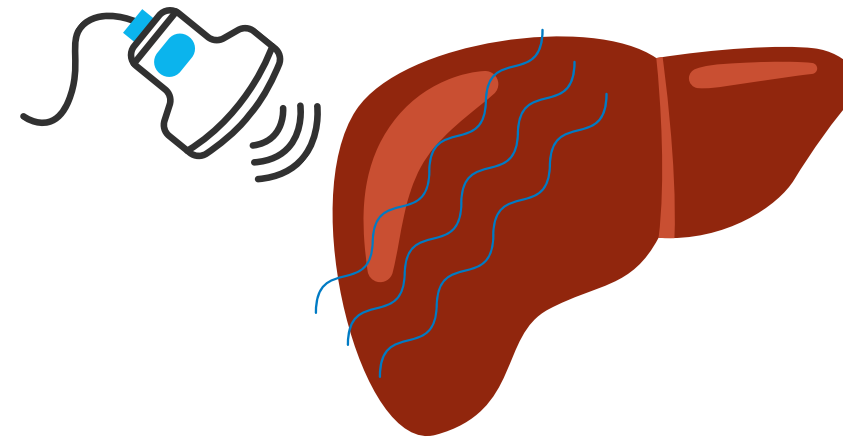
Este apartado está constituido por diferentes técnicas elastográficas que miden la rigidez hepática.

La **elasticidad** de un tejido es su capacidad para volver a su estado de origen tras una fuerza que lo deforma. La **rigidez** es la resistencia que tiene el tejido que se opone a la deformación. Por tanto, cuanto más rigidez tiene un tejido, menor elasticidad.

Se pueden distinguir técnicas que obtienen imágenes a partir de la deformación del tejido, o técnicas que utilizan las ondas de cizallamiento, tanto por mecanismo de compresión manual como por impulso por fuerzas de radiación acústica (ARFI). [3-6, 8]



Elastografía por compresión
y deformación del tejido

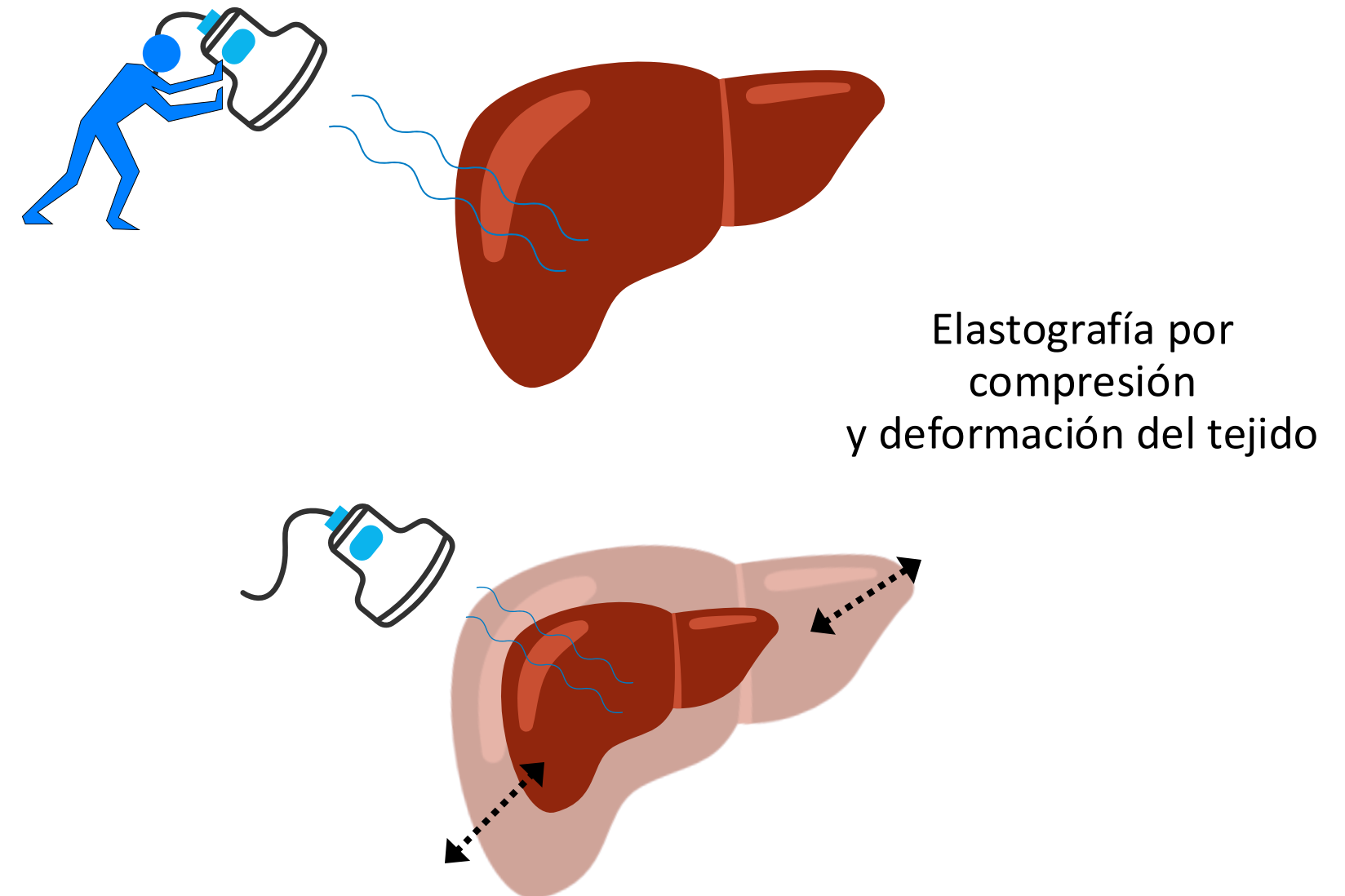


Elastografía por ARFI y
ondas de cizallamiento

Parámetros físicos

Fibrosis: Diagnóstico - Parámetros Físicos

Elastografía por deformación/compresión. Esta técnica evalúa la rigidez del tejido aplicando una compresión externa (manual o fisiológica) y midiendo su deformación. Compara el desplazamiento dentro de una región de interés (ROI), generando un elastograma superpuesto a la imagen en modo B, lo que proporciona un resultado cualitativo. También puede realizarse mediante pulsos de radiación acústica.



Parámetros físicos

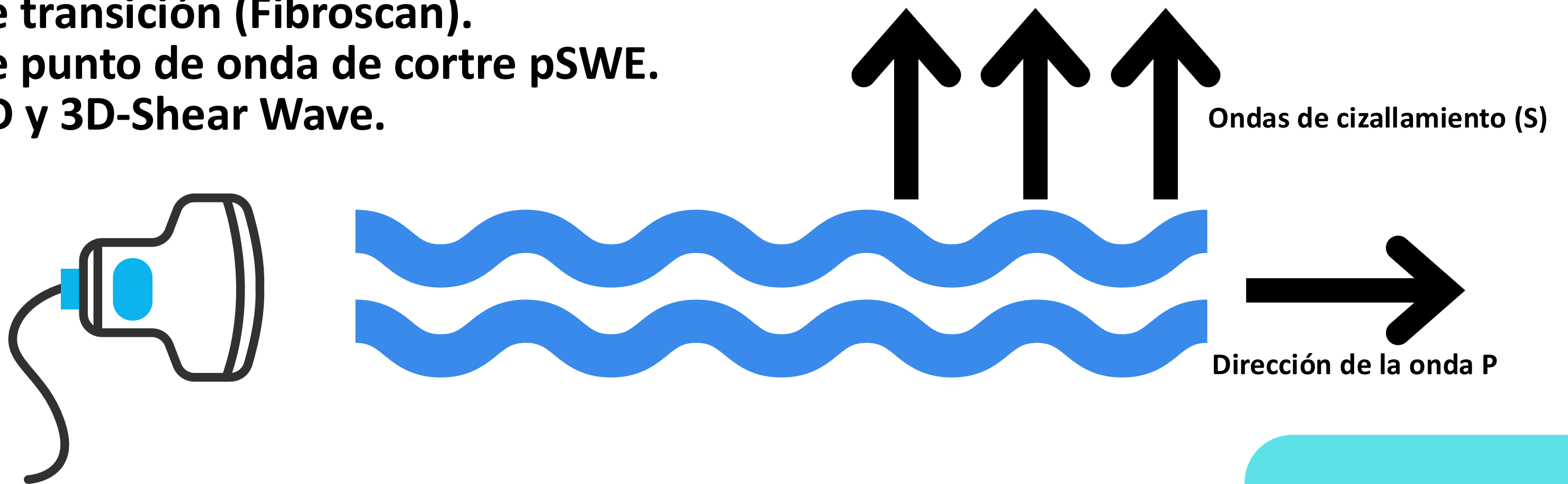
Fibrosis: Diagnóstico - Parámetros Físicos

Elastografía basada en ondas de cizallamiento. Las ondas de cizallamiento se mueven de forma perpendicular (s) a la dirección de la onda (p). Es un tipo de elastografía **cuantitativa**. Existen 3 tipos:

Elastografía de transición (Fibroscan).

Elastografía de punto de onda de corte pSWE.

Elastografía 2D y 3D-Shear Wave.



Parámetros físicos

Fibrosis: Diagnóstico - Parámetros Físicos

Elastografía de transición (ET) / Fibroscan. Es una técnica que mide la rigidez hepática mediante una vibración mecánica externa que genera ondas de cizallamiento; su velocidad se traduce en kPa (módulo de Young), siendo proporcional a la fibrosis. A diferencia de otras técnicas, utiliza una fuerza mecánica no acústica.

Además, incorpora el parámetro CAP, que evalúa la esteatosis midiendo la atenuación del sonido (dB/m). Como limitación, no ofrece imagen en modo B, por lo que no permite seleccionar con precisión el área de estudio ni evitar interferencias de estructuras cercanas.

Fibrosis: Diagnóstico - Parámetros Físicos

Elastografía de punto de onda de corte pSWE: Utiliza la imagen ecográfica en modo B para seleccionar el área de estudio, donde se coloca un ROI. El transductor emite un pulso acústico de empuje (ARFI) adyacente al ROI que provoca una pequeña deformación del tejido y genera ondas de cizallamiento perpendiculares. Estas ondas son detectadas por pulsos de seguimiento emitidos lateralmente por el transductor, lo que permite medir la velocidad de propagación de la onda en el tejido, directamente relacionada con su rigidez: a mayor rigidez, mayor velocidad. En la pantalla se muestra la medición puntual sobre la imagen en modo B junto con parámetros de calidad como el histograma de velocidades, el IQR, el porcentaje de mediciones válidas y la profundidad del ROI. **A diferencia de la 2D-SWE, la pSWE sólo proporciona una medición cuantitativa puntual y no genera un mapa de elasticidad del tejido.**

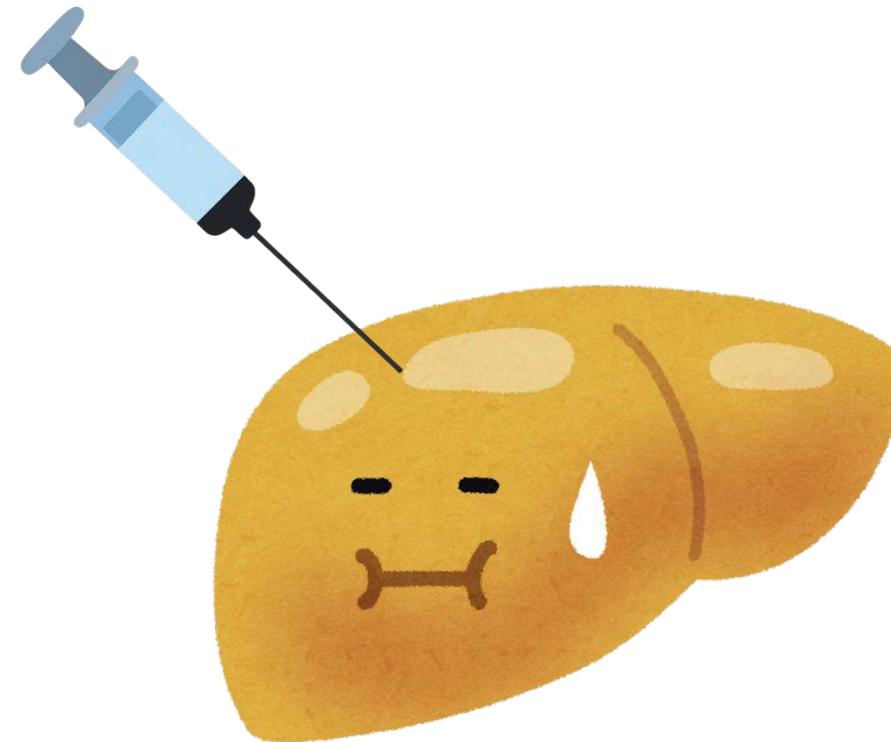
Fibrosis: Diagnóstico - Parámetros Físicos

Elastografía 2D-Shear Wave. Es el paso siguiente a la pSWE. En lugar de medir un punto concreto, se generan múltiples impulsos ARFI creando mapas bidimensionales de rigidez, de forma que se evalúan zonas más amplias y hay un mayor control de la heterogeneidad y control de calidad. **La elastografía por onda de corte (SWE) permite una evaluación cualitativa y cuantitativa de la elasticidad tisular en un área amplia, a diferencia de la pSWE, que analiza un único punto.**

Esta técnica genera una serie de pulsos acústicos que producen múltiples ondas de cizallamiento, detectadas en tiempo real gracias a transductores de alta velocidad. De este modo, se puede medir la velocidad de propagación de las ondas y obtener un mapa de elasticidad en color superpuesto a la imagen ecográfica en modo B.

Esteatosis: Diagnóstico - Biopsia

Al igual que la fibrosis, la **biopsia hepática** es el gold standard en el diagnóstico y cuantificación de la esteatosis. La esteatosis (S) se clasifica del 0 al 3 según la proporción de hepatocitos que contienen grasa, de la siguiente manera: S0 (<5 %), S1 (5 %-33 %), S2 (34 %-66 %) y S3 (>66 %). [6]



Biopsia

Esteatosis: Diagnóstico - Biomarcadores

La esteatosis también puede evaluarse con índices basados en **biomarcadores** que combinan análisis de sangre (como AST, ALT, bilirrubina, GGT), parámetros lipídicos (triglicéridos, colesterol) y factores de riesgo (diabetes, IMC elevado, perímetro abdominal, síndrome metabólico). Algunos algoritmos varían según el sexo, pero no hay evidencia suficiente para recomendar uno concreto ni para el seguimiento.

Un ejemplo es el índice **FLI**, que utiliza perímetro abdominal, IMC, triglicéridos y GGT: valores ≥ 60 sugieren alta probabilidad de esteatosis, mientras que < 30 la descartan. [7]

Esteatosis: Diagnóstico - Imagen

Las **técnicas de resonancia magnética con fracción grasa de densidad protónica (MRI-PDFF)** cuantifican el porcentaje de grasa hepática comparando la señal en fase y fuera de fase, considerándose esteatosis a partir de un 6%.

En la **TC sin contraste**, se diagnostica esteatosis cuando la atenuación hepática es ≥ 10 UH menor que la del bazo, cuando la relación hígado/bazo $\leq 0,8$, o cuando la atenuación hepática es < 40 UH.

En **ecografía**, el método más utilizado es el **índice hepatorrenal (HRI)**, que compara la ecogenicidad del hígado con la del riñón. Otros **criterios ecográficos** son la atenuación posterior del ultrasonido, el borramiento de las paredes de los vasos intrahepáticos y de la pared vesicular. Sin embargo, estos criterios son subjetivos y pueden verse afectados por obesidad, fibrosis u otras enfermedades por depósito. [9]

Pruebas de
imagen

Esteatosis: Diagnóstico - Parámetros Físicos

CAP: Este parámetro está integrado en la Elastografía de Transición por Fibroscan. No permite seleccionar ROI y está limitado en ascitis u obesidad. Mide cuanta energía se pierde al atravesar el órgano en dB/m. El punto de corte recomendado es de 275 dB/m. Sin embargo no se recomiendan de primera línea.

ATI: Analiza la pérdida progresiva del ultrasonido al atravesar el parénquima hepático. A diferencia del CAP, permite seleccionar un ROI, evitando vasos y artefactos y con una mejor correlación con la MRI-PDFF. Tiene una precisión diagnóstica alta para S2 y S3. No se ve influida por la fibrosis avanzada ni el IMC. [9]

Algoritmos diagnósticos

No existe un consenso establecido común para el cribado de la fibrosis/esteatosis en los pacientes con enfermedad hepática crónica de diferentes etiologías. Sin embargo, diferentes guías clínicas y publicaciones establecen unas recomendaciones aunque se adapten en cada entorno. [10]

Pacientes con:

- DM tipo 2
- Obesidad o síndrome metabólico
- Consumo significativo de alcohol
- Hepatitis viral crónica (VHB / VHC)
- Alteraciones persistentes del perfil hepático
- Esteatosis en pruebas de imagen

Test serológico inicial: FIB-4

<1.3 Bajo riesgo de fibrosis avanzada

1.3 – 2.67 Riesgo intermedio

>2.67 Alto riesgo de fibrosis avanzada

Elastografía

<8 kPa - Seguimiento en Atención Primaria - Repetir FIB-4 cada 2–3 años

8–18 kPa - Valoración por hepatología - Considerar biopsia hepática

>18 kPa - Probable cirrosis Iniciar cribado de HCC y varices

2D-SWE - Técnica

1. Se debe utilizar el transductor de 3,5 mHz en el espacio intercostal derecho.

2. Seleccionar un área de 3*3 cm, a 2 cm de la cápsula de Gleason con una profundidad inferior a 5 cm

3. Evitar las estructuras vasculares dentro de la caja, ya que distorsionan la propagación de las ondas.

4. Respiración suspendida tras una espiración sin ejercer fuerza ni presión abdominal. Es importante intentar que el paciente esté lo más relajado posible.

5. Obtendremos 2 imágenes; el elastograma, que debe ser homogéneo, y el mapa de propagación de las ondas de cizallamiento que deben ser paralelas. Cada pixel tiene un grado de rigidez representado por los colores, siendo el azul el color que indica menos rigidez y el rojo alta rigidez.

6. Colocar un ROI de unos 10-15 mm donde se cumplan mejor los dos criterios anteriores; más homogéneo y líneas más paralelas.

7. Realizar entre 3 o 5 mediciones. [4-6, 8]

Técnica

2D-SWE - Técnica

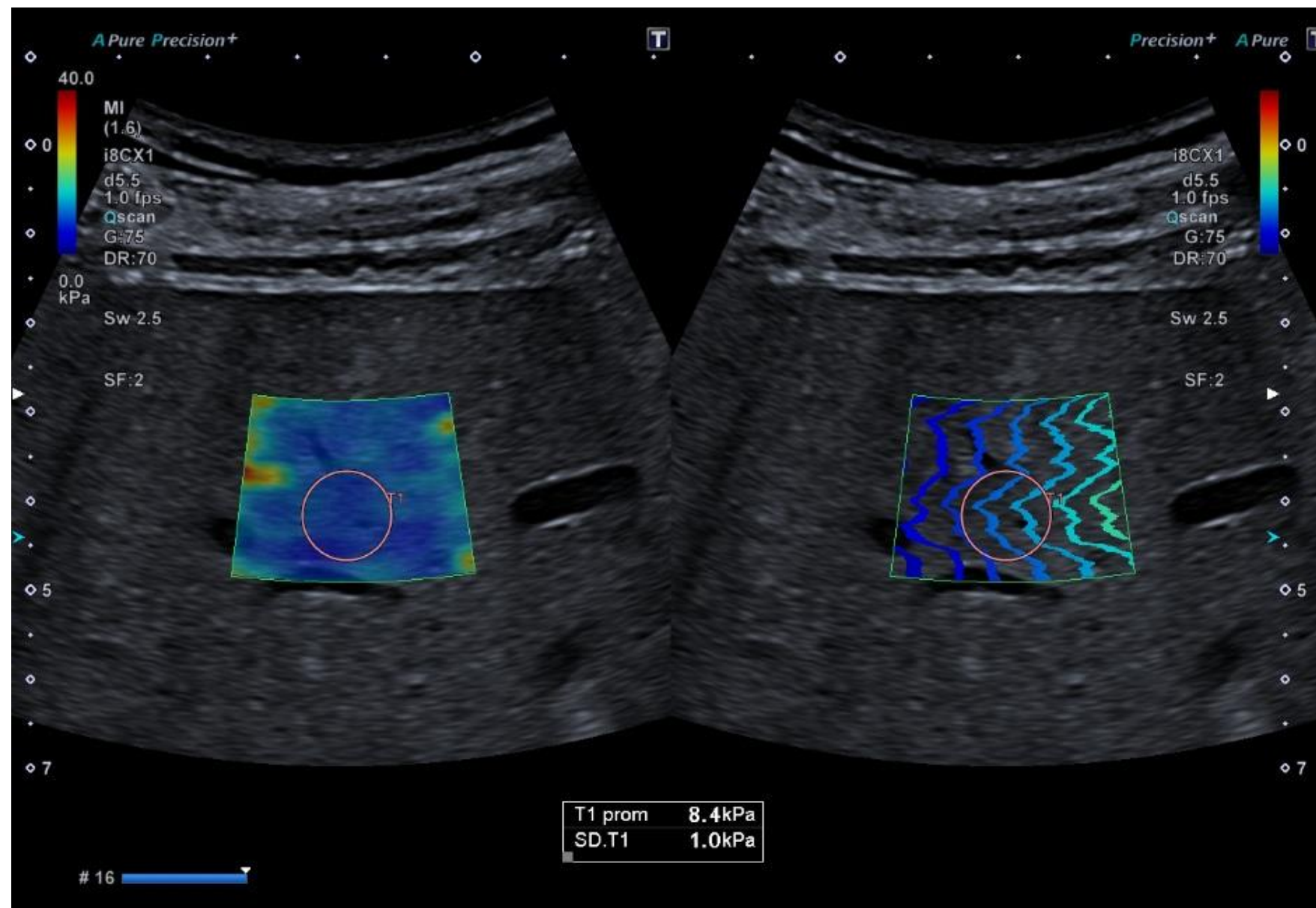


Imagen de elastografía 2D-SWE.

A la izquierda se muestra el elastograma que representa la velocidad en kPa, siendo azul más baja y rojo más alta.

A la derecha se muestra el mapa de propagación de las ondas de cizalla, siendo más uniforme cuanto más paralelas sean las líneas.

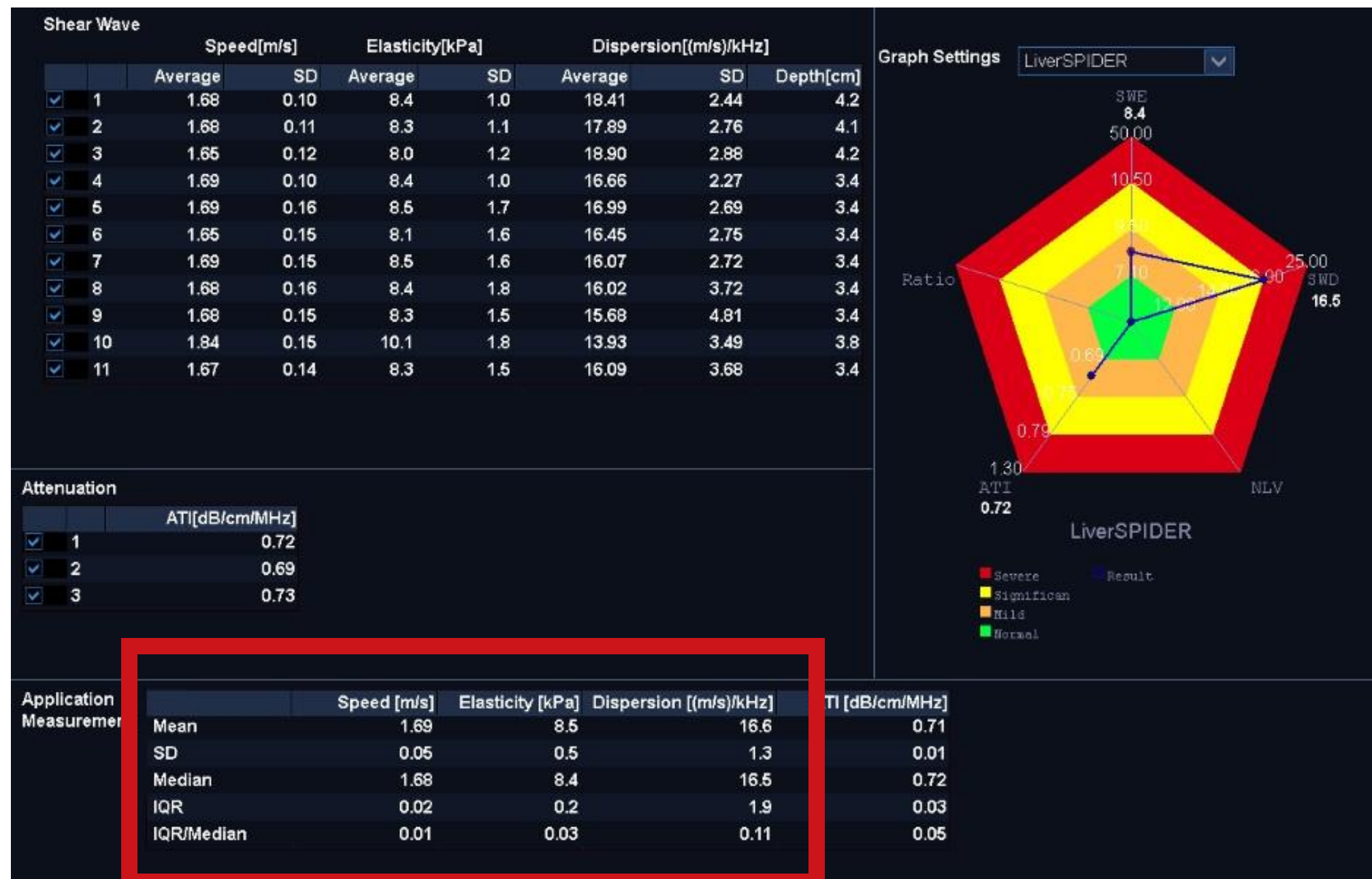
Técnica

2D-SWE: Parámetros de calidad

Mapa de propagación: la colocación del ROI en un área homogénea y con líneas paralelas en el mapa de propagación constituye un parámetro de calidad.

Rango intercuartílico (IQR): es la diferencia entre el p75 y p25, y mide la dispersión de las mediciones centrales. Indica lo consistentes que son las mediciones. Si es bajo, son homogéneas y es más fiable. Al dividirlo por la mediana se normaliza respecto al valor medido y es el parámetro que se usa para decir si es fiable cuando el IQR está por debajo del 30% de la mediana.

2D-SWE: Interpretación de resultados



La pantalla de resultados nos muestra, en todas las medidas tomadas (11), la velocidad en m/s y la elasticidad en kPa, que es la rigidez que se correlaciona directamente con el METAVIR. Además se muestran los valores de dispersión (SWD) y ATI que se explicarán posteriormente

En el cuadro resumen de las mediciones, podemos observar la media, desviación estándar, la mediana, el IQR, y el IQR/mediana. Valores normales descartan fibrosis significativa siempre y cuando los parámetros de laboratorio y clínicos sean concordantes.

Resultados

2D-SWE: Interpretación de resultados

Fibrosis	METAVIR	SWE	TE (Fibroscan)
Normal-Leve	F0-F1	< 1,53 m/s < 6,6 kPa	< 7,2 kPa
Moderada	F2	1,53 - 1,73 m/s 6,6 - 9,4 kPa	7,2 - 9,6 kPa
Avanzada	F3	1,73 - 2,25 m/s 9,4 - 11,2 kPa	9,6 - 12,5 kPa
Cirrosis	F4	> 2,25 m/s > 11,2 kPa	> 12,5 kPa

Los valores de corte de rigidez hepática para la elastografía de transición, pSWE y 2D-SWE son exclusivos de cada máquina específica del proveedor y también tienen variaciones entre diferentes etiologías. La siguiente tabla muestra valores obtenidos a partir de diferentes estudios para cada técnica.

**Resultados:
Puntos de corte**

2D-SWE: Interpretación de resultados

Gráfico resumen donde se muestran los resultados de la elastografía:

La mediana, de 8,4 kPa equivalente a fibrosis F2 y el IQR/Mediana de 3%, indicando un resultado válido.



Resultados

2D-SWE: Interpretación de resultados



SWD: La dispersión nos indica la variabilidad espacial de la rigidez, la viscosidad. Refleja artefactos, movimientos, o proceso inflamatorio activo. Puede corresponderse con esteatohepatitis. Se activa automáticamente con el SWE. También se expresa con la media, mediana, DS, IQR, IQR/mediana.

Los puntos de corte y la validez están siendo estudiados actualmente.

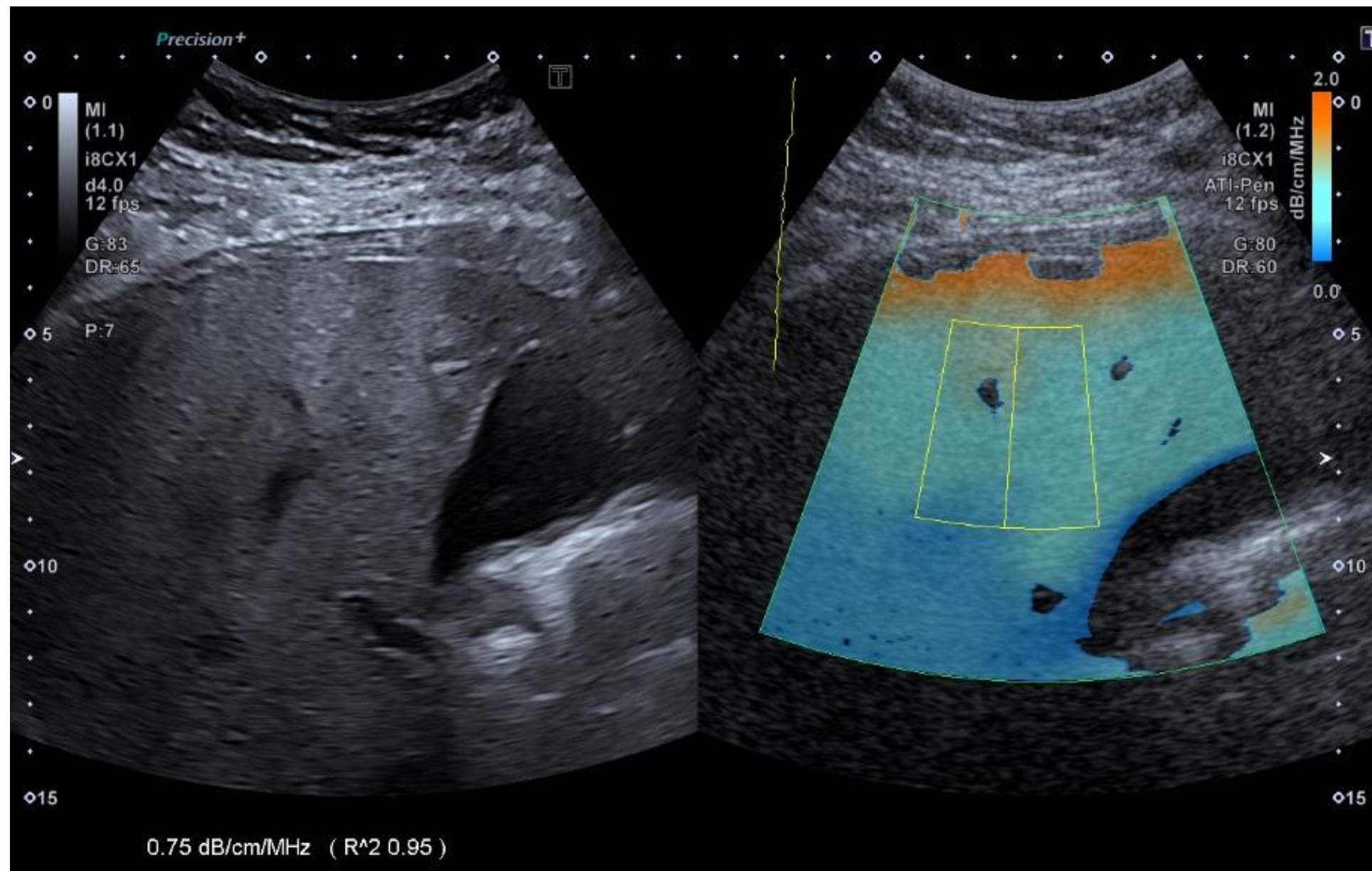
En este caso, una SWD elevada indica que la rigidez puede estar sobreestimada.

Resultados: SWD

ATI

- De forma similar a la 2D-SWE, el paciente está en decúbito supino, con el brazo en máxima abducción, en un espacio intercostal del LHD, evitando vasos y vías biliares.
 - Respiración suspendida.
 - Realizar 5 mediciones.
 - ATI-Pen: La frecuencia más utilizada son 3 mHz.
-
- Como **parámetro de calidad** de utiliza el R2: Debe ser siempre superior a 0,9 y si es inferior a 0,85 debe descartarse.
-

ATI: Interpretación de resultados



- En este caso nos aparece una caja amarilla con un mapa de colores, tenemos que colocar la caja en la zona azul rellena entera. Colocamos el ROI en la zona más homogénea a 2 cm por debajo de la cápsula.
- Hay que evitar estructuras vasculares.
- Abajo aparece la atenuación en dB/cm/MHz y el R2 como parámetro de calidad de la medición.

ATI: Interpretación de resultados



La pantalla de resultados nos muestra dos mediciones de ATI y como en el caso de la rigidez, abajo observamos la media, SD, mediana, IQR y IQR/mediana.

Esteatosis	Biopsia	ATI (3,5 MHz)
Leve	S1	0,67 dB/cm/MHz
Moderada	S2	0,72 dB/cm/MHz
Severa	S3	0,86 dB/cm/MHz

Factores confusores

- La **inflamación**, medida con SWD, provoca que en el tejido haya edema, infiltrado inflamatorio, cambios en la microcirculación y aumento de presión. Por tanto aumenta la rigidez de forma transitoria. La onda de corte viaja más rápido y se interpreta como mayor rigidez. Por tanto, hay que tener en cuenta cuando las encimas hepáticas o la bilirrubina están muy elevadas, hay dolor o ictericia y hepatitis aguda. En este caso conviene repetir la prueba tras el cuadro agudo o tomar puntos de corte más conservadores.
 - En la **colestasis**, se acumula bilis en las vías biliares, se distienden los hepatocitos y de nuevo aumenta la presión sinusoidal y tisular falseando la rigidez sin que haya una proliferación del colágeno/tejido conectivo como en la fibrosis.
 - Otra limitación de la SWE es la necesidad de contar con conocimientos técnicos especializados, incluida la selección adecuada del ROI dentro del parénquima hepático (es decir, lóbulo derecho, a la profundidad adecuada, en una zona sin estructuras vasculares/biliares y sin ejercer compresión mecánica sobre el tejido).
 - La obesidad y la ascitis no afectan tanto a la SWE como a la elastografía de transición. [3-6, 8]
-

Conclusiones

- La enfermedad hepática crónica es un problema de salud relevante por su alta prevalencia y por su progresión a fibrosis, cirrosis y carcinoma hepatocelular.
 - El cribado y la estratificación del riesgo se basan actualmente en estrategias no invasivas escalonadas, combinando biomarcadores séricos (como FIB-4) con técnicas de imagen.
 - Las técnicas de elastografía hepática, especialmente 2D-SWE, permiten evaluar la rigidez del parénquima hepático de forma rápida, reproducible y no invasiva, con buena correlación con la fibrosis histológica.
 - La imagen de atenuación (ATI) permite cuantificar la esteatosis hepática, complementando la información proporcionada por la elastografía.
 - La combinación de SWE y ATI en un mismo estudio ecográfico permite una evaluación integral de fibrosis y esteatosis, siendo especialmente útil para el cribado, diagnóstico y seguimiento de pacientes con enfermedad hepática crónica.
-

Bibliografía

1. Devarbhavi H, Asrani SK, Arab JP, Nartey YA, Pose E, Kamath PS. Global burden of liver disease: 2023 update. *Journal of Hepatology*. 2023 Aug;79(2):516–37. doi:10.1016/j.jhep.2023.03.017
 2. Tacke F, Horn P, Wai-Sun Wong V, Ratziu V, Bugianesi E, Francque S, et al. EASL–EASD–EASO Clinical Practice Guidelines on the management of metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD). *Journal of Hepatology*. 2024 Sep;81(3):492–542. doi:10.1016/j.jhep.2024.04.031
 3. Efectividad diagnóstica y seguridad de la elastografía en el estudio de fibrosis hepática en enfermedad hepática crónica. Madrid: Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS) - Instituto de Salud Carlos III, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades; 2018.
 4. Berzigotti A, Tsochatzis E, Boursier J, Castera L, Cazzagon N, Friedrich-Rust M, et al. EASL Clinical Practice Guidelines on non-invasive tests for evaluation of liver disease severity and prognosis – 2021 update. *Journal of Hepatology*. 2021 Sep;75(3):659–89. doi:10.1016/j.jhep.2021.05.025
 5. Dietrich C, Bamber J, Berzigotti A, Bota S, Cantisani V, Castera L, et al. EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Liver Ultrasound Elastography, Update 2017 (Short Version). *Ultraschall in Med*. 2017 Aug;38(04):377–94. doi:10.1055/s-0043-103955
 6. Murad Gutiérrez V, Romero Enciso JA. Elastografía hepática: ¿qué es, cómo se hace y cómo se interpreta? *Radiología*. 2018 May;60(3):183–9. doi:10.1016/j.rx.2017.11.002
 7. Sterling RK, Patel K, Duarte-Rojo A, Asrani SK, Alsawas M, Dranoff JA, et al. AASLD Practice Guideline on blood-based noninvasive liver disease assessment of hepatic fibrosis and steatosis. *Hepatology*. 2025 Jan;81(1):321–57. doi:10.1097/HEP.0000000000000845
 8. Duarte-Rojo A, Taouli B, Leung DH, Levine D, Nayfeh T, Hasan B, et al. Imaging-based noninvasive liver disease assessment for staging liver fibrosis in chronic liver disease: A systematic review supporting the AASLD Practice Guideline. *Hepatology*. 2025 Feb;81(2):725–48. doi:10.1097/HEP.0000000000000852
 9. Ferraioli G, Barr RG, Berzigotti A, Sporea I, Wong VW, Reiberger T, et al. WFUMB Guidelines/Guidance on Liver Multiparametric Ultrasound. Part 2: Guidance on Liver Fat Quantification. *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2024 Aug;50(8):1088–98. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2024.03.014
 10. Caballeria L, Augustin S, Broquetas T, Morillas RM, Vergara M, Virolés S, et al. Recomendaciones para la detección, diagnóstico y seguimiento de los pacientes con enfermedad por hígado graso no alcohólico en atención primaria y hospitalaria. *Medicina Clínica*. 2019 Aug;153(4):169–77. doi:10.1016/j.medcli.2019.01.030
-