

El “Factor de Calidad”(QF) en Ecografía

Antonio Lanzas, María Leal
Hospital de día Pío XII, Madrid; Hospital Universitario
General de Villalba, Collado Villalba

Introducción: Los 9 Fantásticos

- En el ámbito de la **ecografía clínica y en Modo B**, donde la precisión y la **Calidad de Imagen** son fundamentales, el **“Factor de Calidad de Imagen”** emerge como un concepto clave para entender cómo se equilibran estas prioridades técnicas con la **Seguridad del Paciente**.
- Se desarrolla su importancia no solo para obtener imágenes nítidas y precisas, sino también para hacerlo de manera eficiente y segura.
- **Aspectos Clave:**
 - La resolución espacial
 - La resolución de contraste
 - Resolución Temporal
 - Criterio **ALARA** y Efectos Biomecánicos

Objetivos:

- Desarrollar todas aquellas cuestiones de índole técnica que mantengan un factor de calidad elevado en la imagen ecográfica a través del control de los nueve fantásticos (parámetros técnicos).
- Se implementan recursos técnicos no solo para obtener imágenes nítidas y precisas, sino también para hacerlo de manera eficiente y segura.
- Introducir la Inteligencia Artificial como asistente de Calidad en el uso de Ultrasonidos en Ecografía clínica como generador de un indicador de Calidad numérico.

Objetivo Principal del Ecografista:

- Conseguir la mejor imagen posible
 - La mayor calidad de imagen
 - Resolución de imagen



Material y método

1. Equipamiento Ecográfico:

- Uso de ecógrafos Canon Medical System Europe: APLIO 300, 500 y APLIO A.
- Sondas lineales de alta frecuencia.

2. Experiencia Profesional:

- Integración de la experiencia acumulada por María Leal (12 años) y Antonio Lanzas (20 años).
- Enfoque en la ecografía, la seguridad del paciente y la pedagogía en salud.

3. Recolección de Datos:

- Metodología cualitativa para el análisis de prácticas clínicas y registros.
- Revisión del trabajo de campo de los expertos y de sus métodos educativos.

4. Análisis de Parámetros Técnicos:

- Evaluación de los parámetros técnicos esenciales para la calidad de imagen y seguridad.
- Aplicación del principio ALARA para optimizar la práctica ecográfica.

5. Procesos de Enseñanza:

- Descripción de las técnicas pedagógicas para la formación en ecografía.
- Valoración de la efectividad en la transferencia de conocimiento técnico.

6. Ética y Consideraciones de Seguridad:

- Cumplimiento de protocolos éticos y de seguridad para proteger a los pacientes.

Revisión del Tema

- **La Resolución Espacial:**

- ✓ Capacidad para distinguir interfasas muy cercanas.
- ✓ **Frecuencia, Armónicos y Foco**

- **La Resolución de Contraste:**

- ✓ Determina qué diferencia de amplitud deben tener dos ecos para que se les asigne distintos niveles de grises
- ✓ **Rango dinámico + Ganancia General y Parcial**

- **Resolución Temporal:**

- ✓ La velocidad de refresco de la imagen en tiempo real debe ser suficientemente alta para que la imagen no vaya a saltos.

- ✓ **Frame Rate**

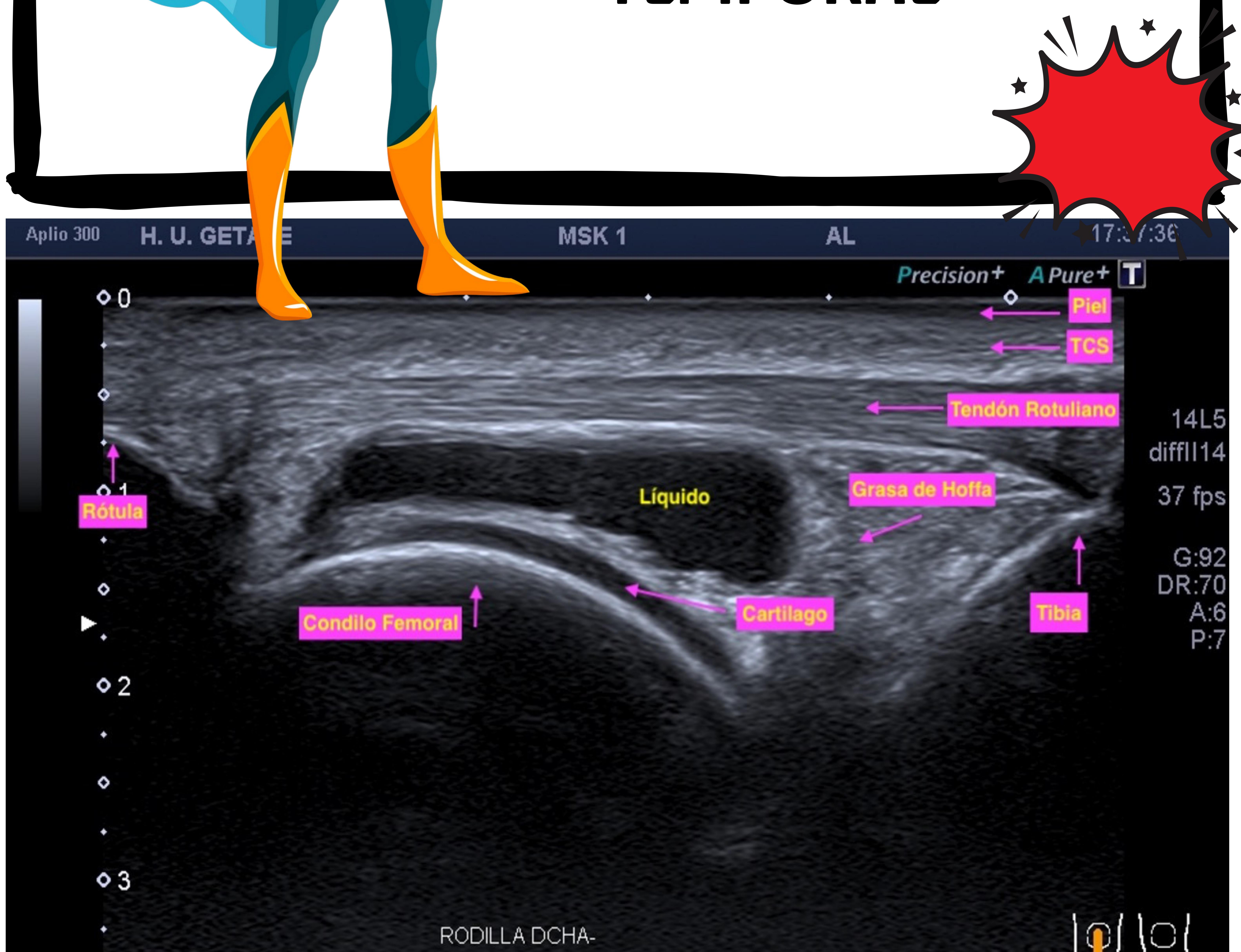
- **Criterio ALARA y Efectos Biomecánicos**

- ✓ La **Potencia de Trasmisión tan baja como sea posible**



LA RESOLUCIÓN:

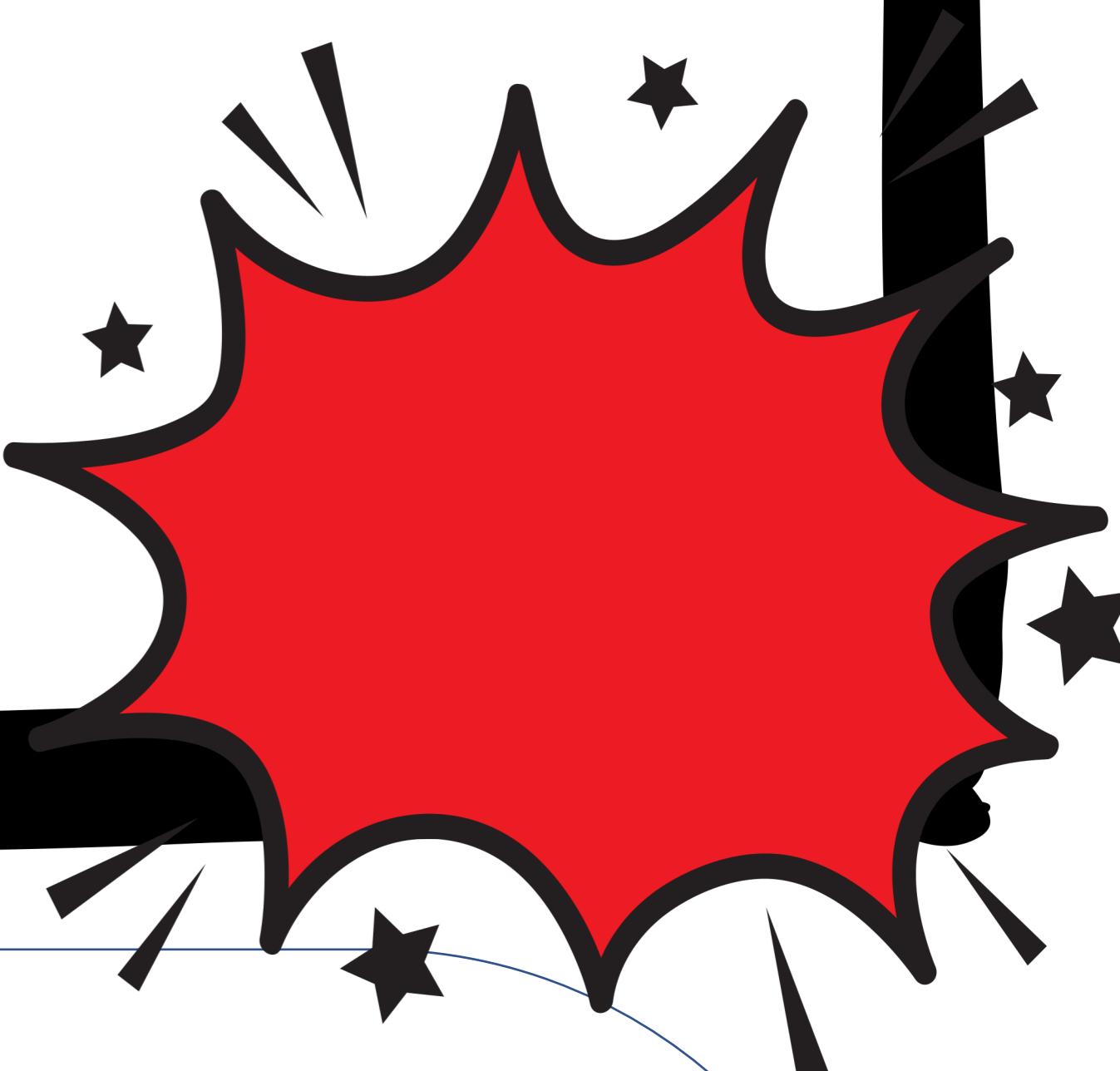
- ✓ ESPACIAL
- ✓ DE CONTRASTE
- ✓ TEMPORAL





LA RESOLUCIÓN: ✓ ESPACIAL:

- AXIAL
- LATERAL



Axial:

Capacidad para distinguir dos estructuras en profundidades distintas.

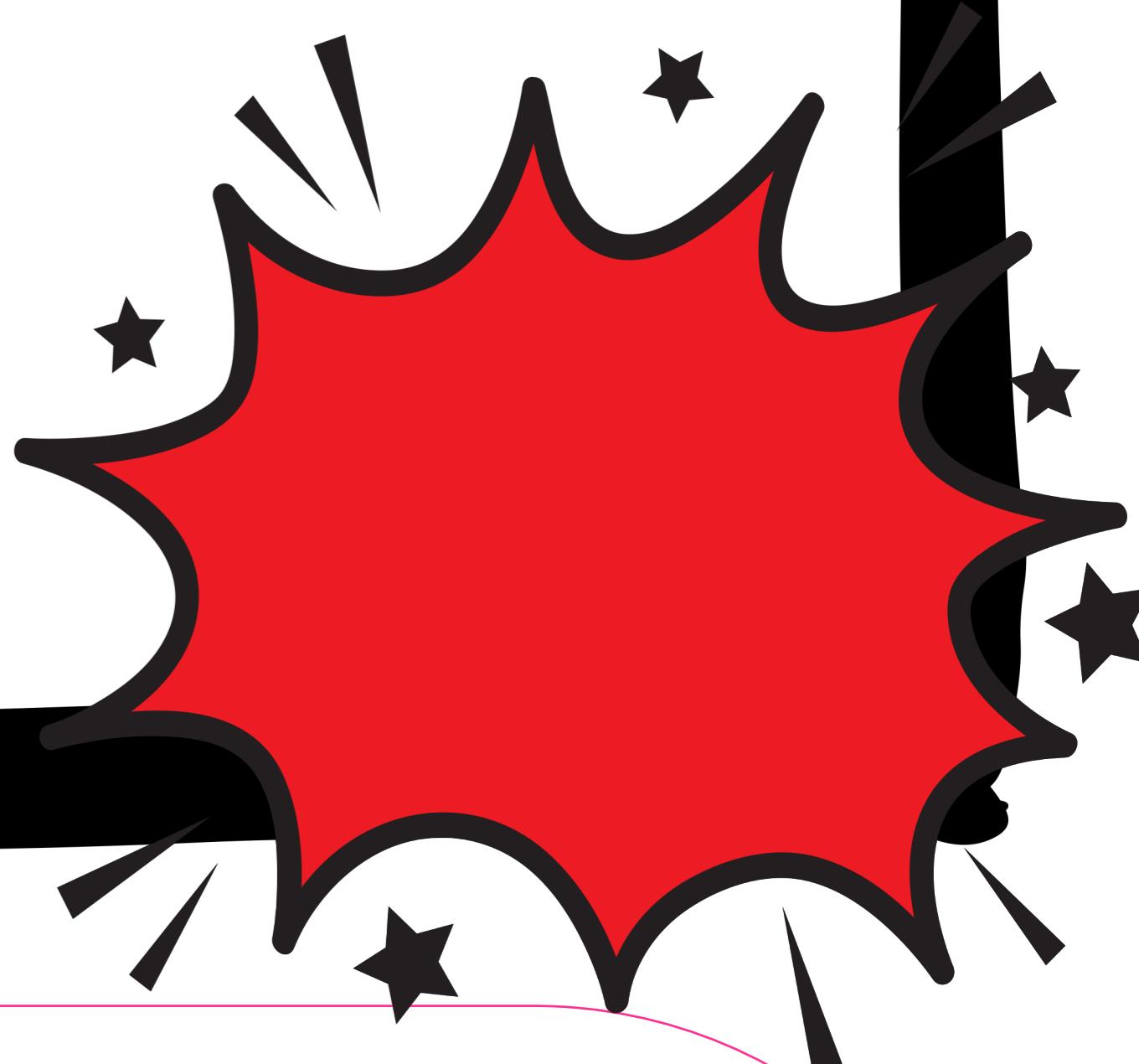
Factores:

- ✓ **Amplitud del pulso transmitido, siendo cuanto más corto mejor.**
- ✓ **Ancho de banda del transductor, es mejor siempre un transductor de banda ancha.**
- ✓ **Ancho de banda del receptor**



LA RESOLUCIÓN:

- ✓ **ESPACIAL:**
 - **AXIAL**
 - **LATERAL**



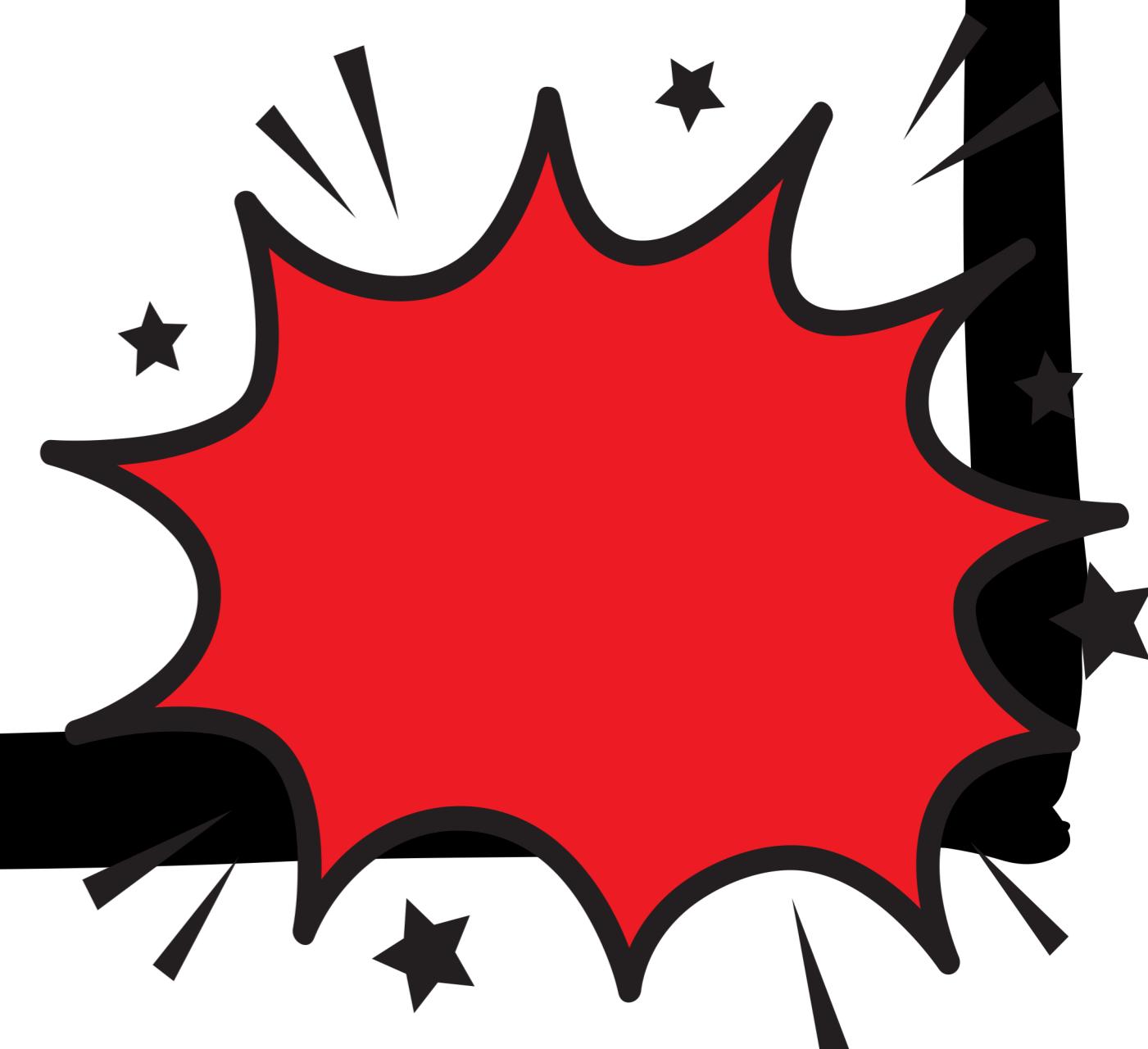
Lateral:
Capacidad para distinguir dos objetos uno al lado del otro.

Factores:

- ✓ **Longitud de onda:** A menor **Longitud de onda**, **mejor resolución y mayor atenuación**.
- ✓ **Apertura del transductor** siendo **mejor cuanto más sea su apertura**.
- ✓ **Focalización y Profundidad del objeto**



LA RESOLUCIÓN: ✓ DE CONTRASTE



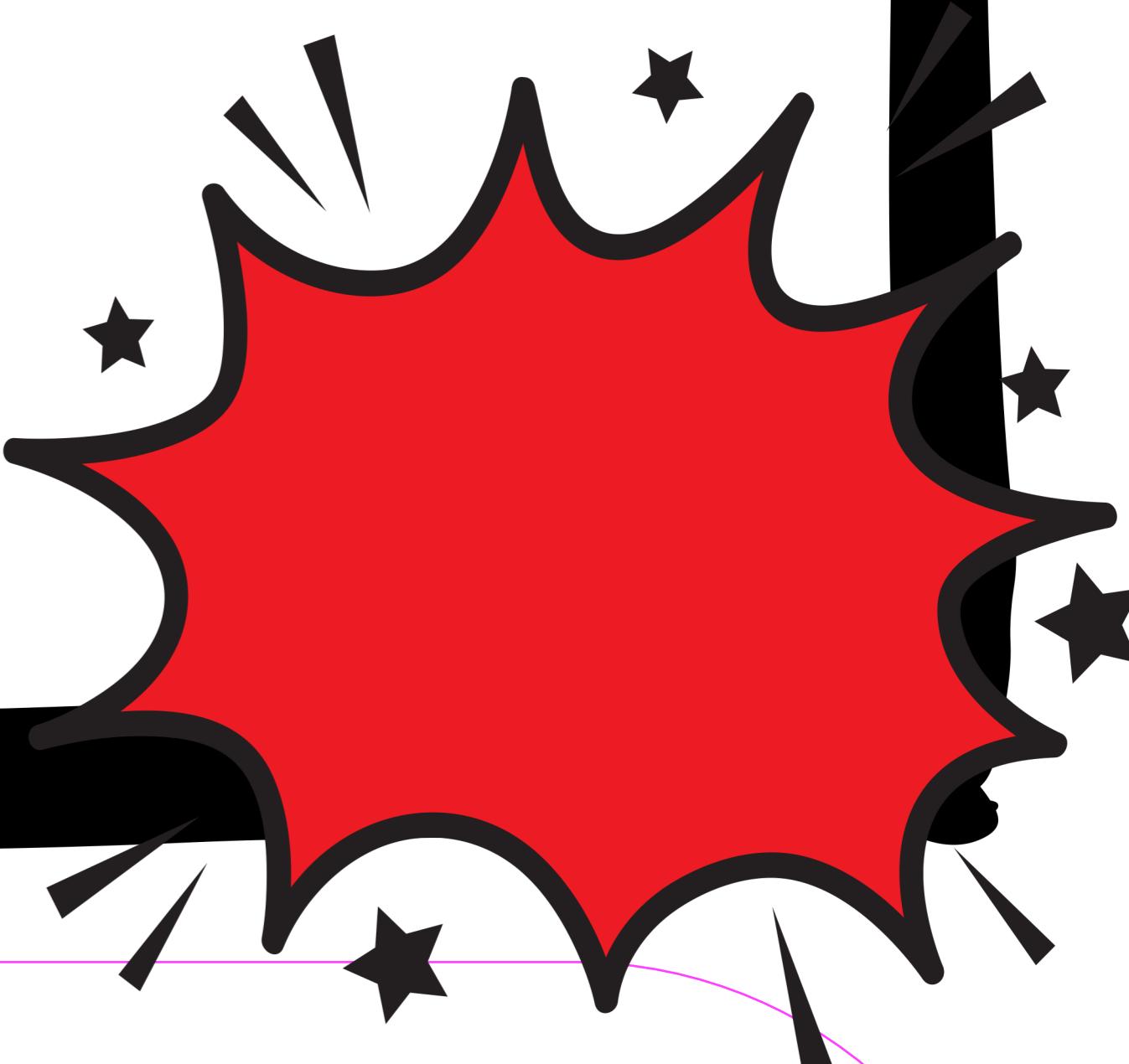
Resolución de contraste:

Factores:

- ✓ **Depende del rango dinámico.** El rango dinámico sufre la compresión reduciendo las amplitudes más pequeñas y más grandes, la diferencia de estas amplitudes es lo que se conoce como rango dinámico.



LA RESOLUCIÓN: ✓ TEMPORAL

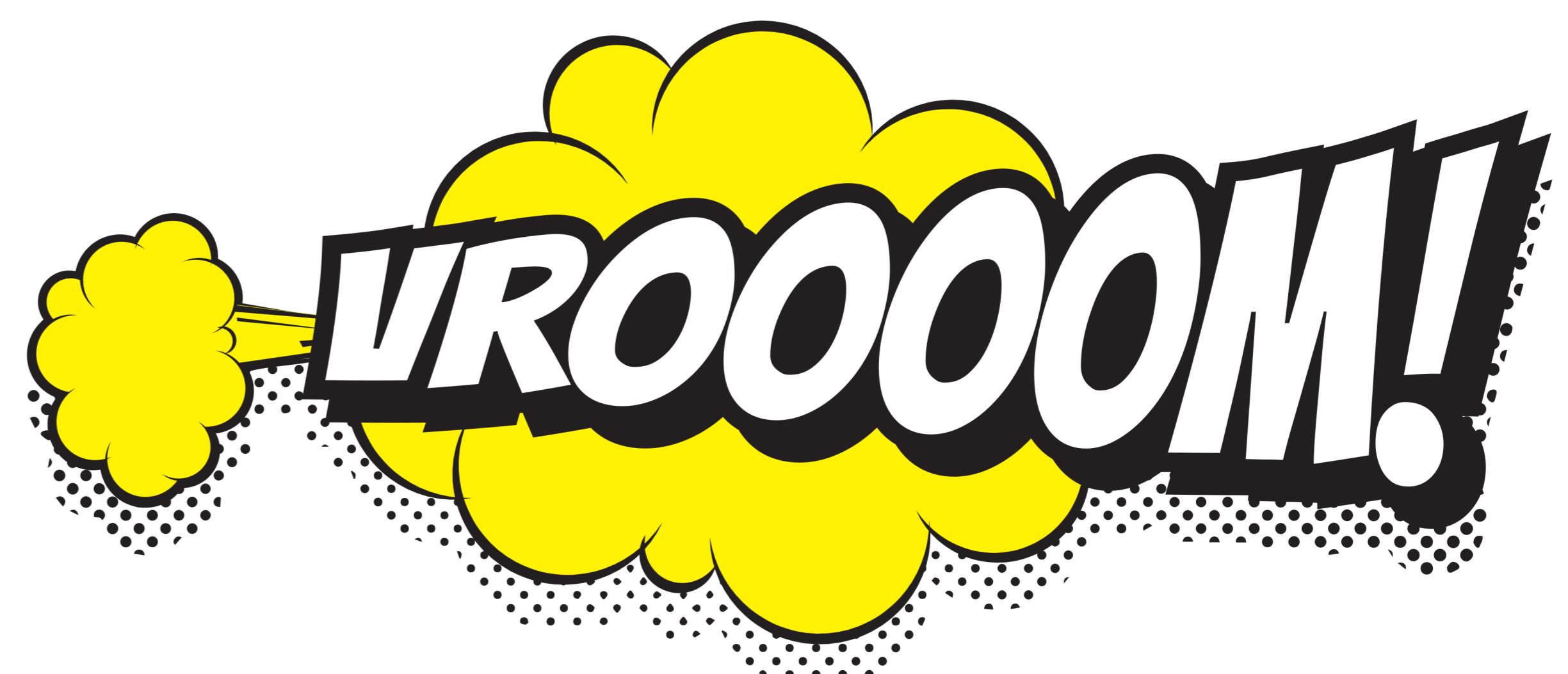


Resolución temporal:

Factores:

- ✓ **Profundidad de la imagen:** A más profundidad, menos resolución temporal.
- ✓ **Campo de visión temporal:** Cuanto más sea el campo de visión, más tiempo necesitará.
- ✓ **Focalización dinámica:** A más focos menos resolución espacial.

**Los 9 fantásticos son los nueve
parámetros con los que
controlarás la calidad de
imagen ecográfica y la
seguridad del paciente**



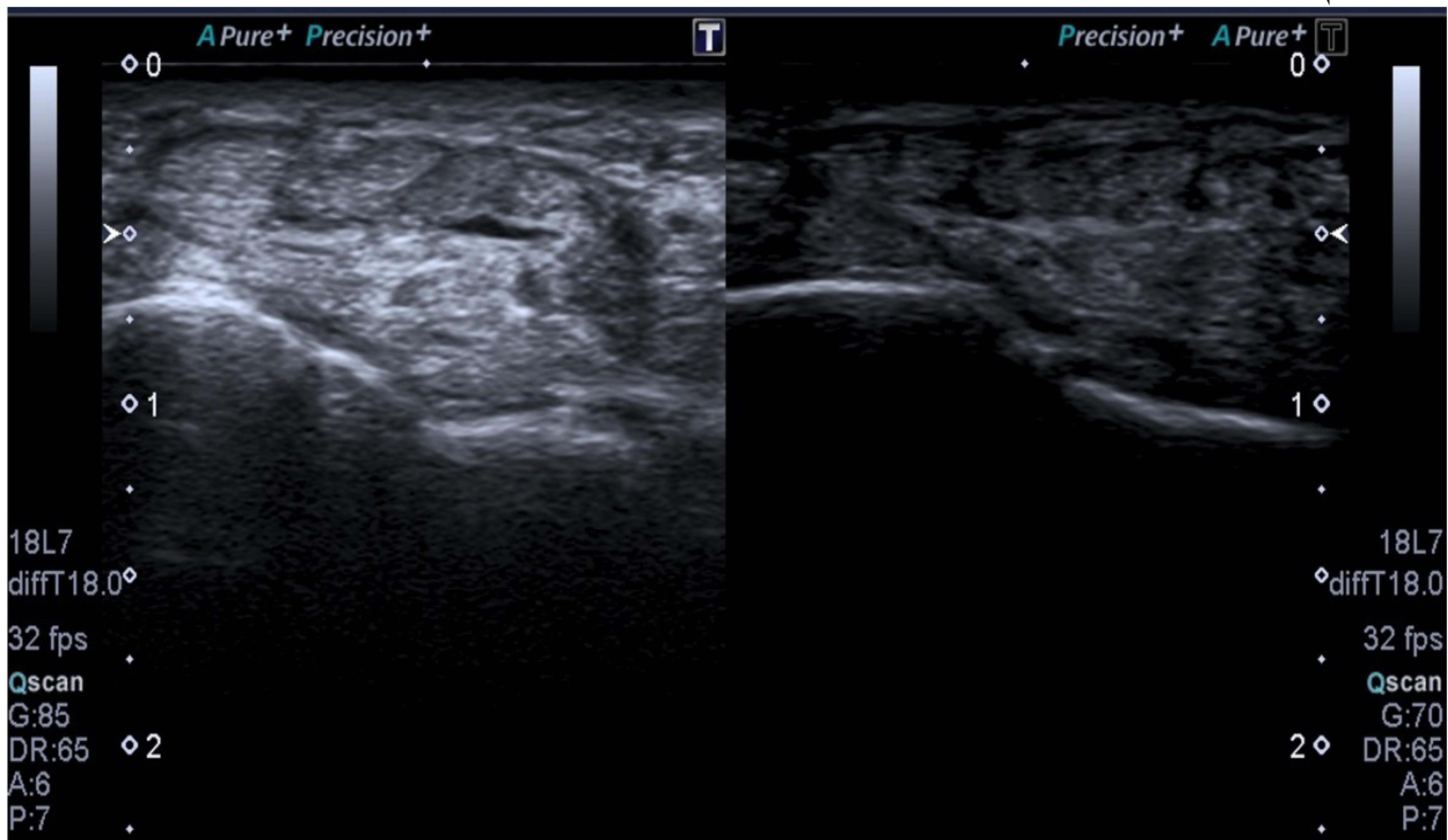
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Ganancia general | <input type="checkbox"/> Profundidad |
| <input type="checkbox"/> Ganancia parcial | <input type="checkbox"/> Rango dinámico |
| <input type="checkbox"/> Frecuencia | <input type="checkbox"/> Frame Rate |
| <input type="checkbox"/> Foco | <input type="checkbox"/> Armónicos |

 **Potencia de Trasnmisión**



Ganancia general:

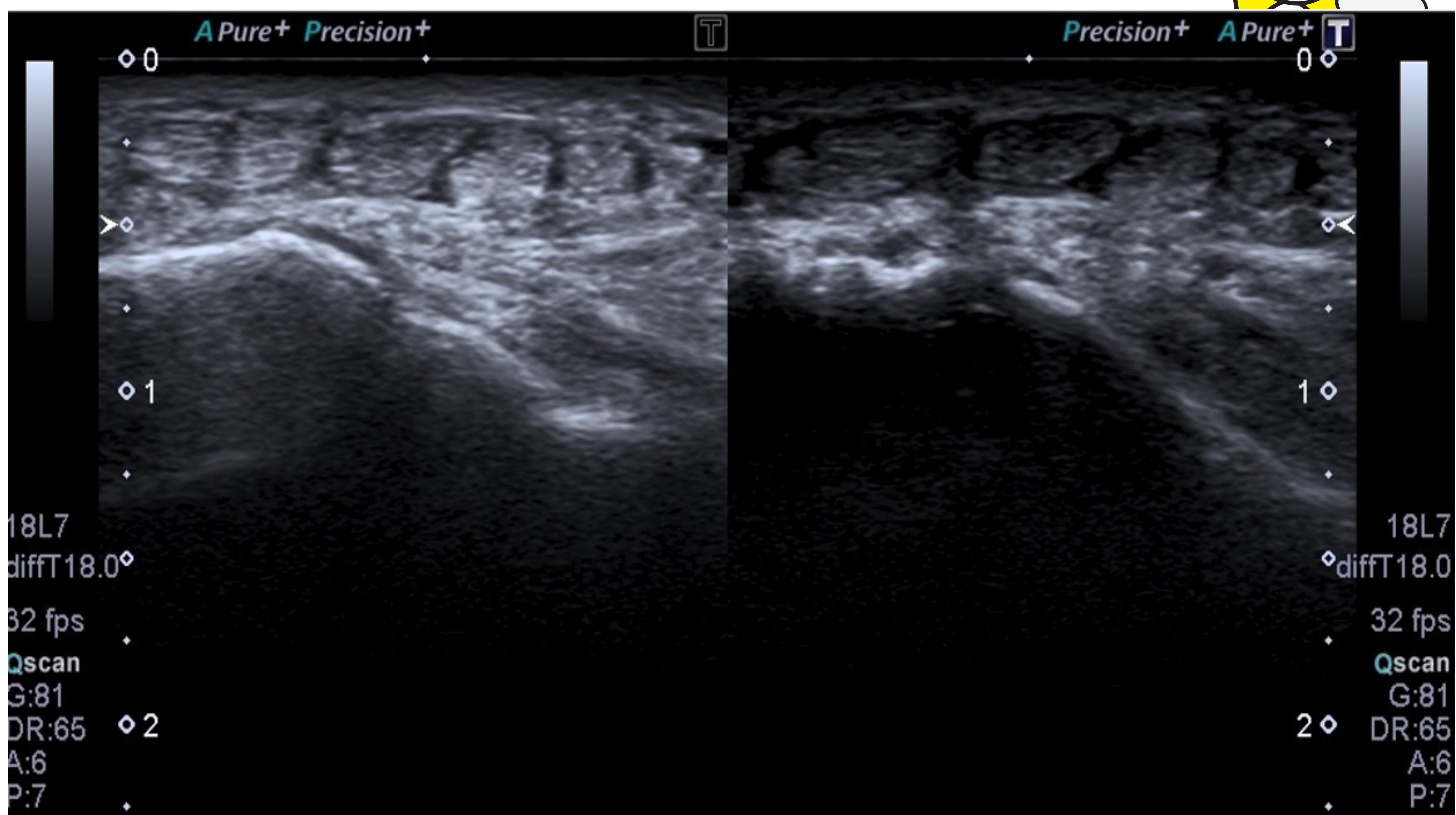
Interviene en el brillo general
de la pantalla





Ganancia Parcial:

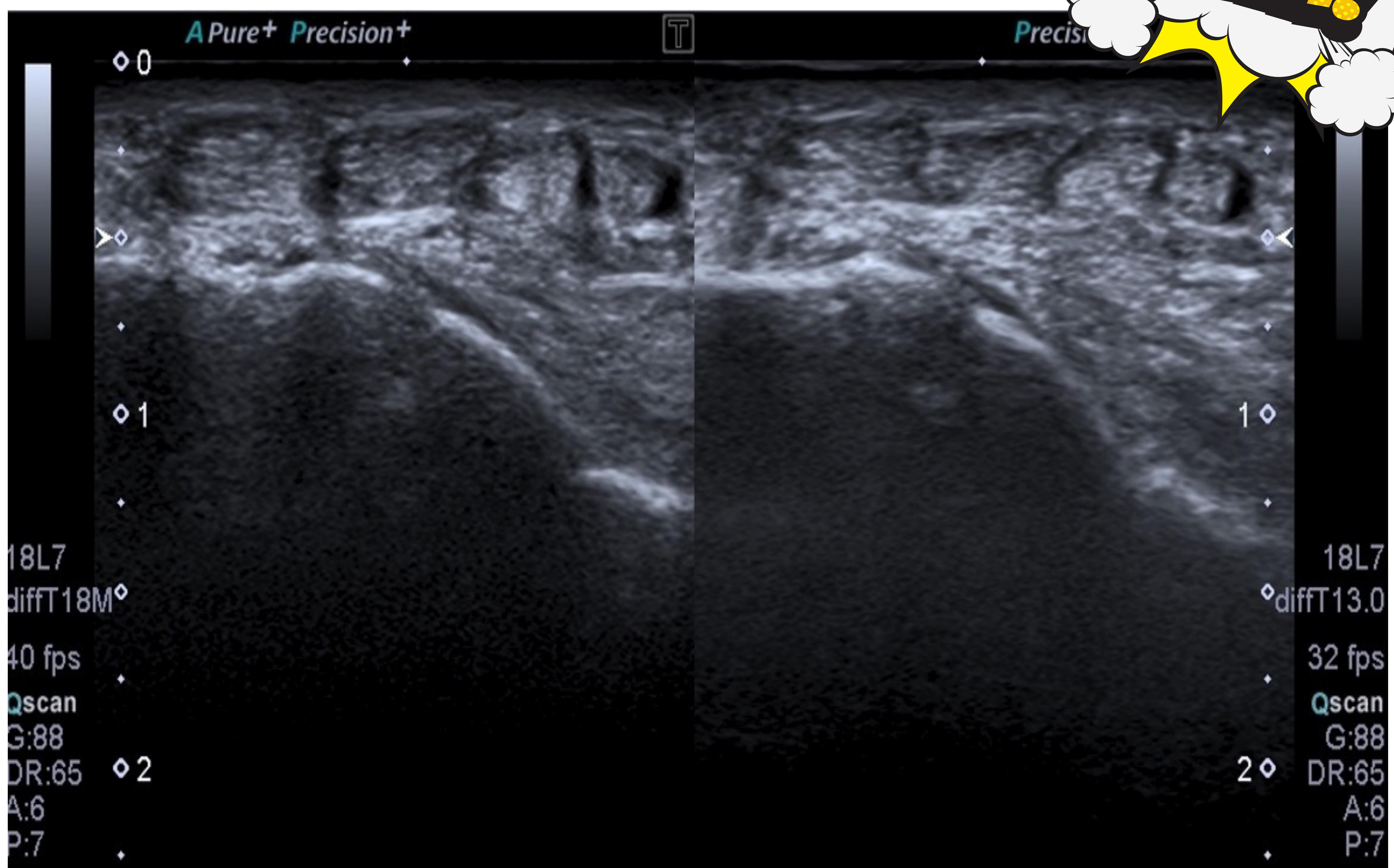
**Interviene en el
brillo parcial de la
pantalla**

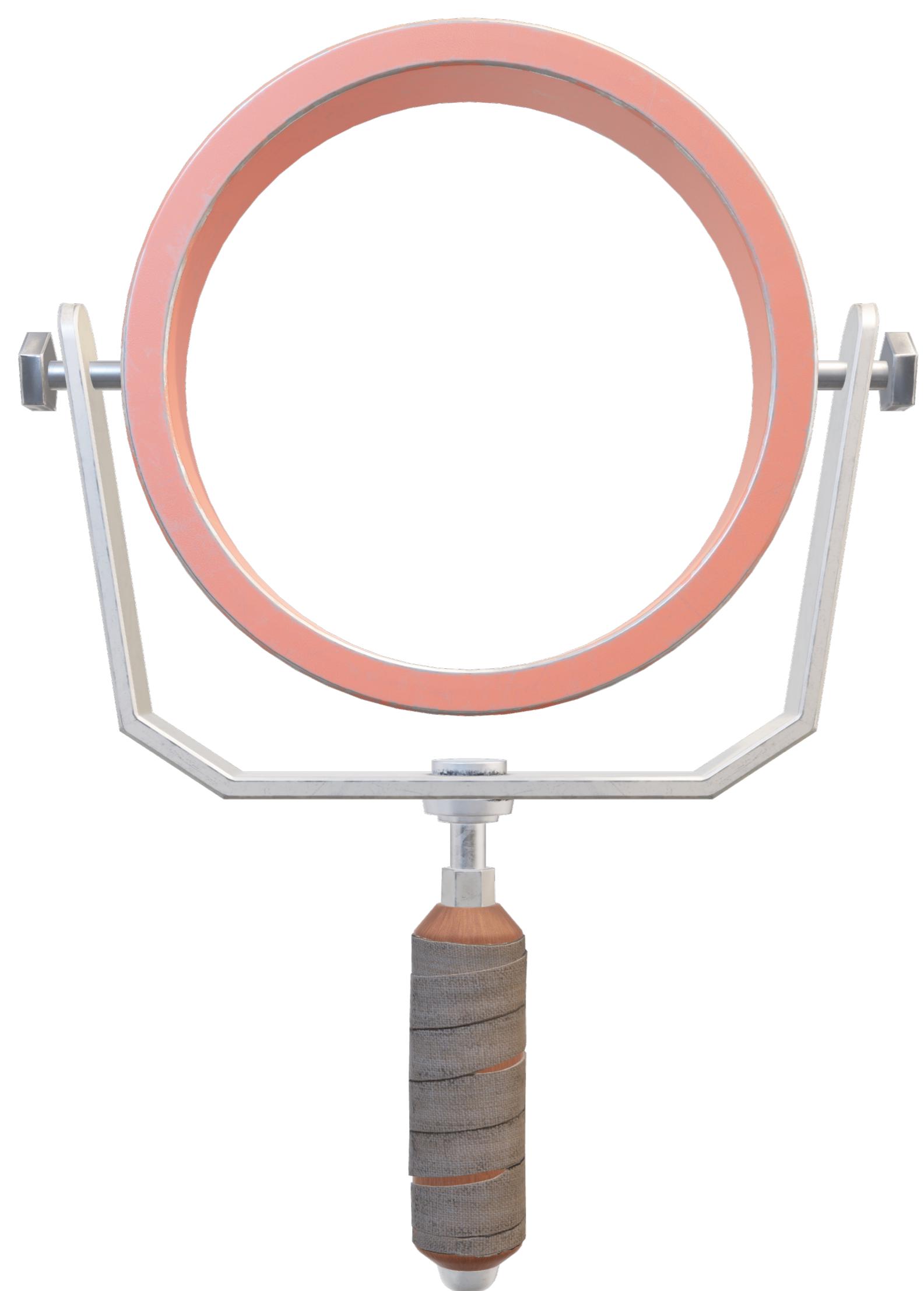




Frecuencia:

Interviene en la
nitidez de la
imagen ecográfica

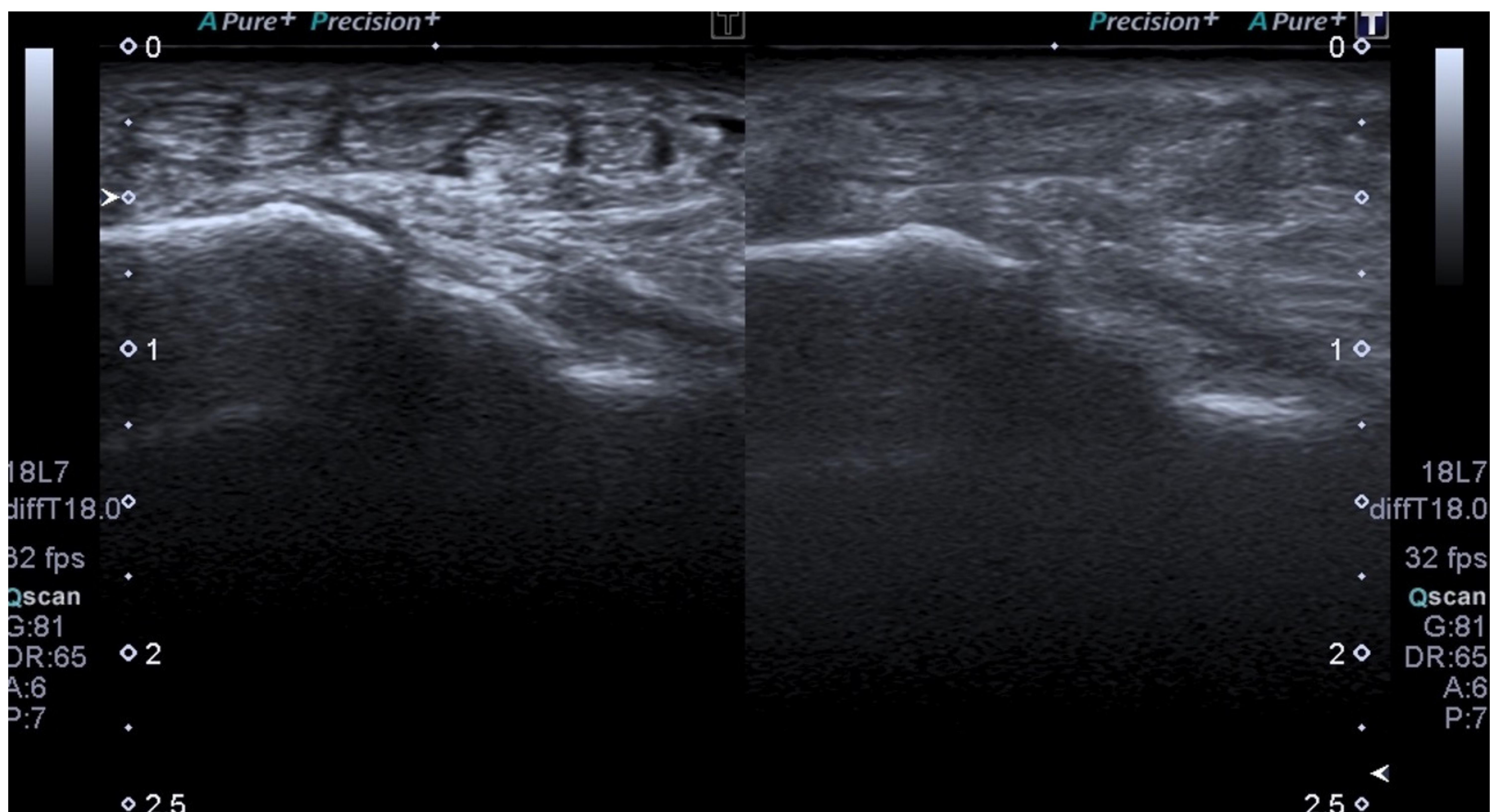




Foco:



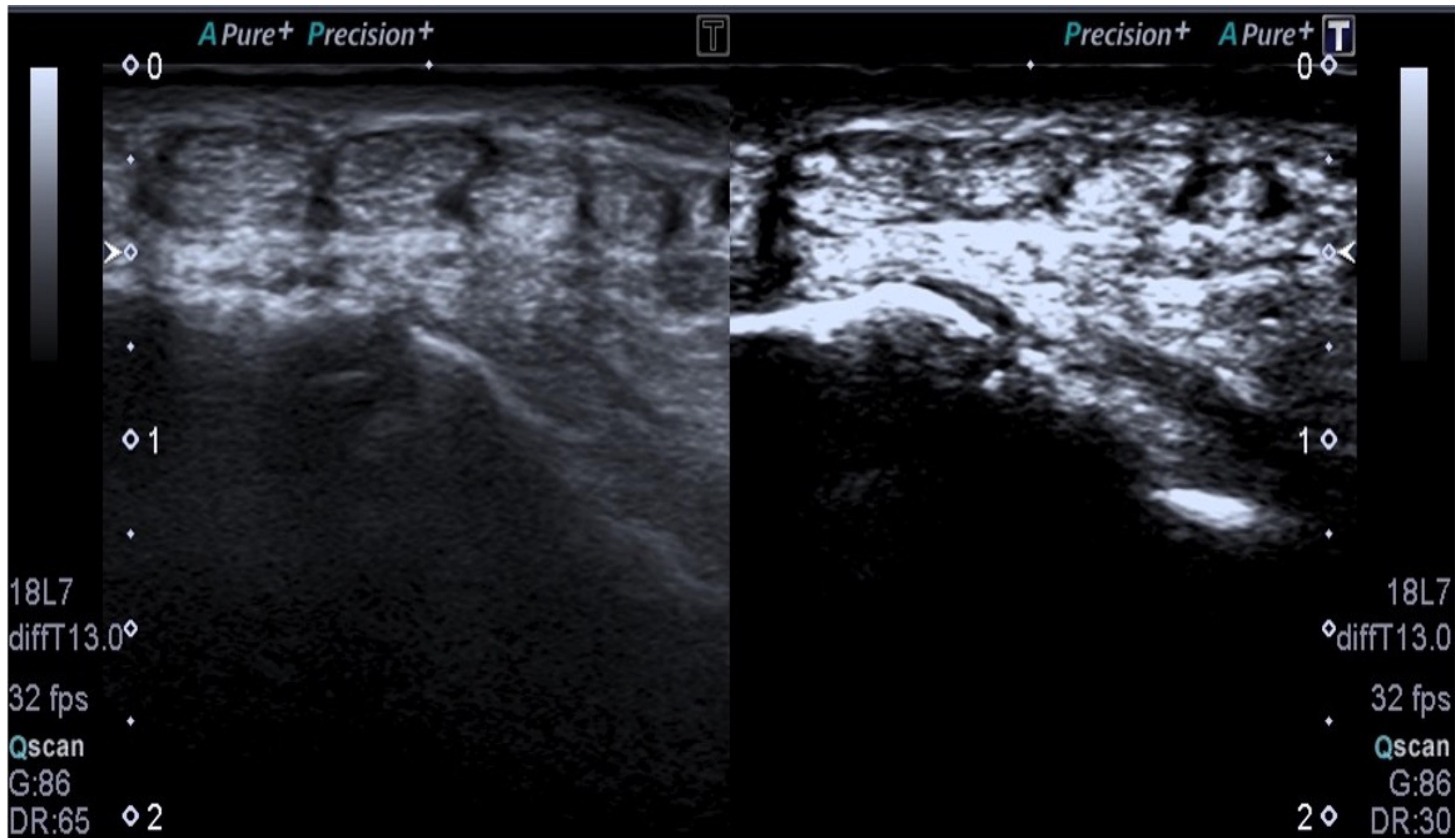
Interviene en la nitidez
de la imagen ecográfica
donde coloquemos el
comando





Rango dinámico:

**Interviene en el
contraste de la
imagen ecográfica**





Rango dinámico:

☐ Interviene en el
contraste de la
imagen ecográfica



✓ Así manejamos la escala de grises.

✓ Amplitud de la onda

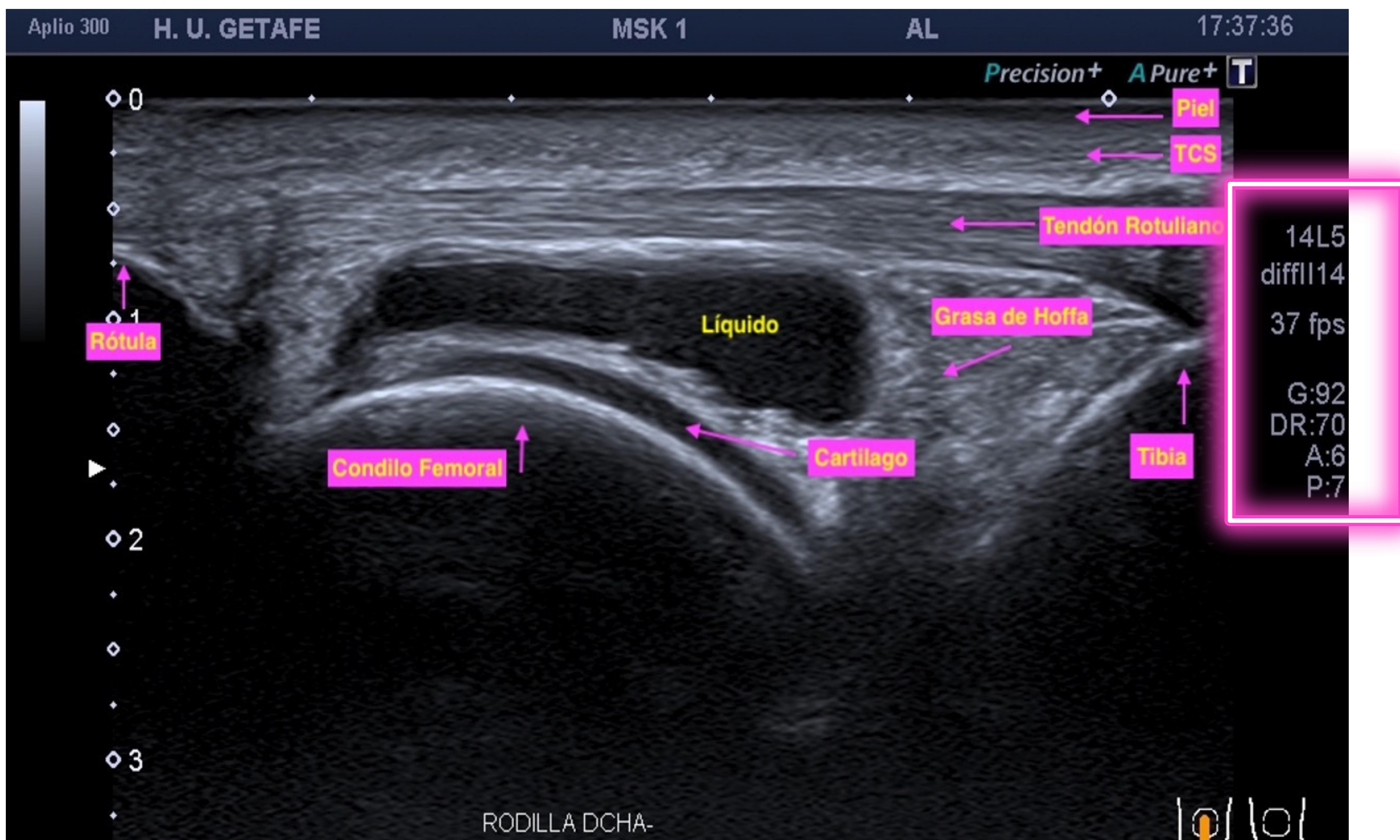
✓ Si trabajamos con un rango dinámico alto
tendremos una imagen suave con muchos grises.

✓ Si lo hacemos con un rango bajo predominarán
más los blancos y los negros teniendo una imagen
más contrastada.



Frame Rate:

Interviene en el
Refresco de pantalla de
La imagen ecográfica



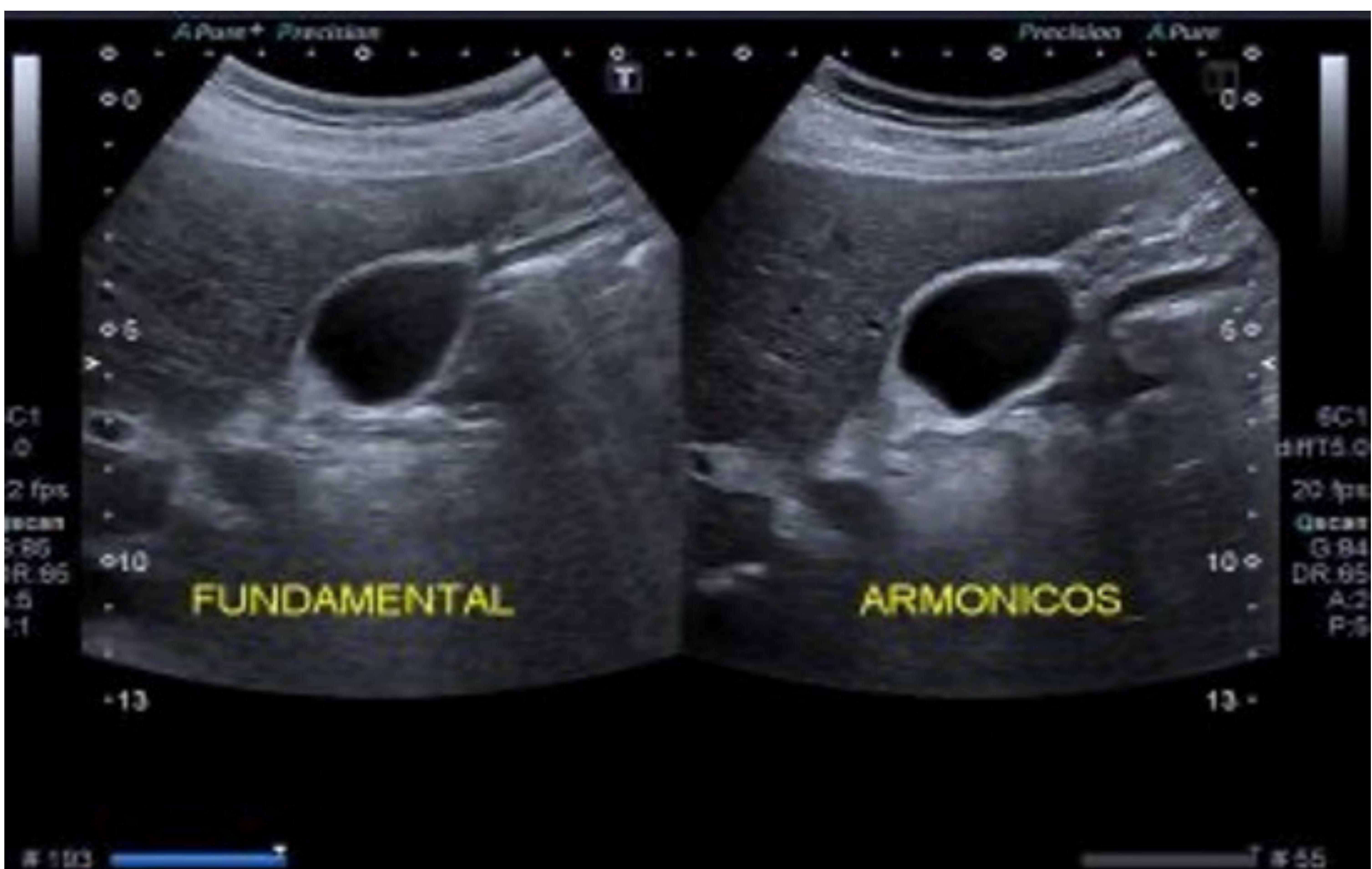
37 Congreso
Nacional
CENTRO DE
CONVENCIONES
INTERNACIONALES

Barcelona
22/25
MAYO 2024

seRam
Sociedad Española de Radiología Médica

FERM
Fundación Española de Radiología Médica

RC
RADIÓLEGS
DE CATALUNYA



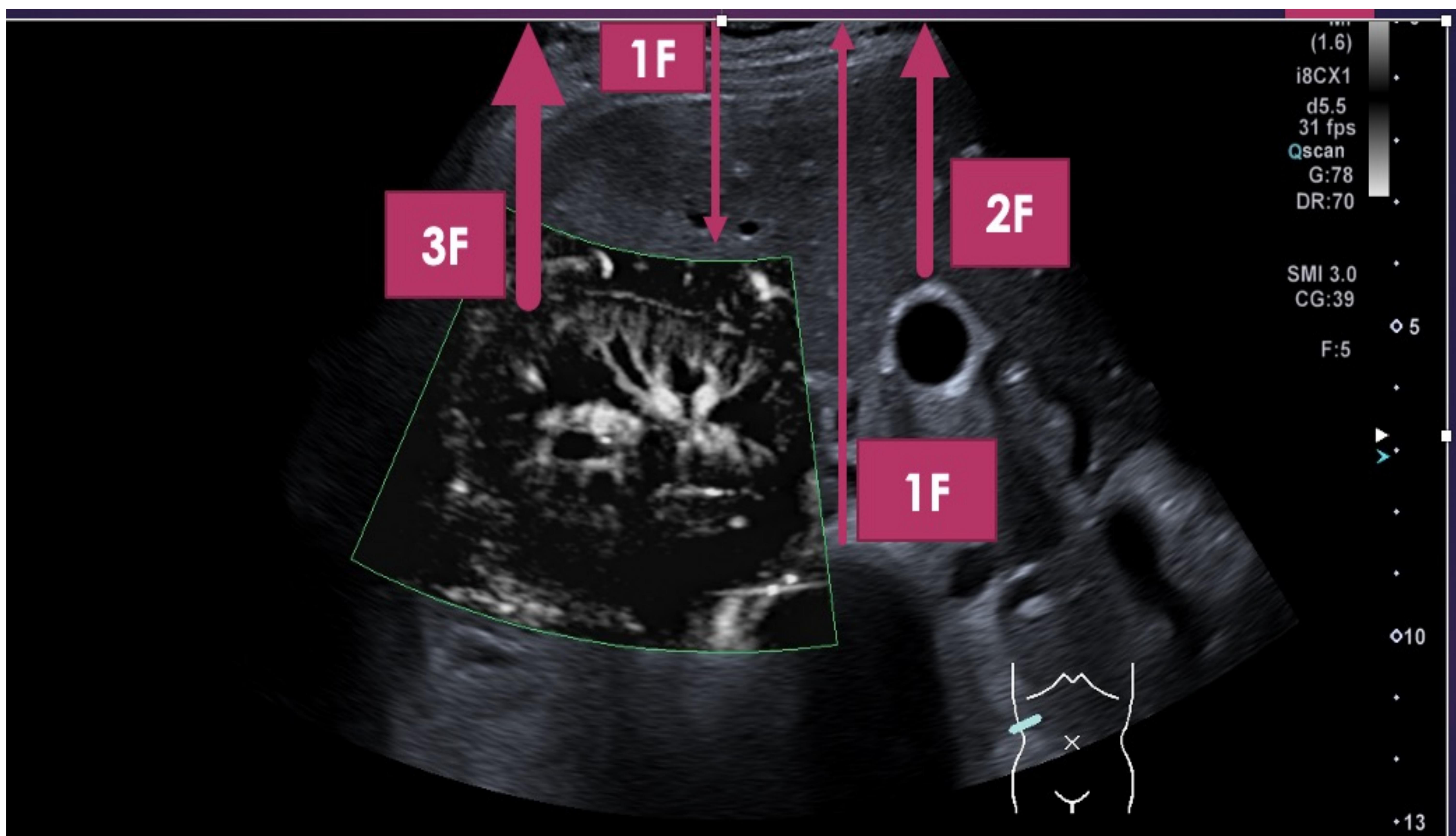
37 Congreso
Nacional
CENTRO DE
CONVENCIONES
INTERNACIONALES

Barcelona
22/25
MAYO 2024

SeRAM
Sociedad Española de Radiología Médica

FERM
FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE RADIOLÓGICA MÉDICA

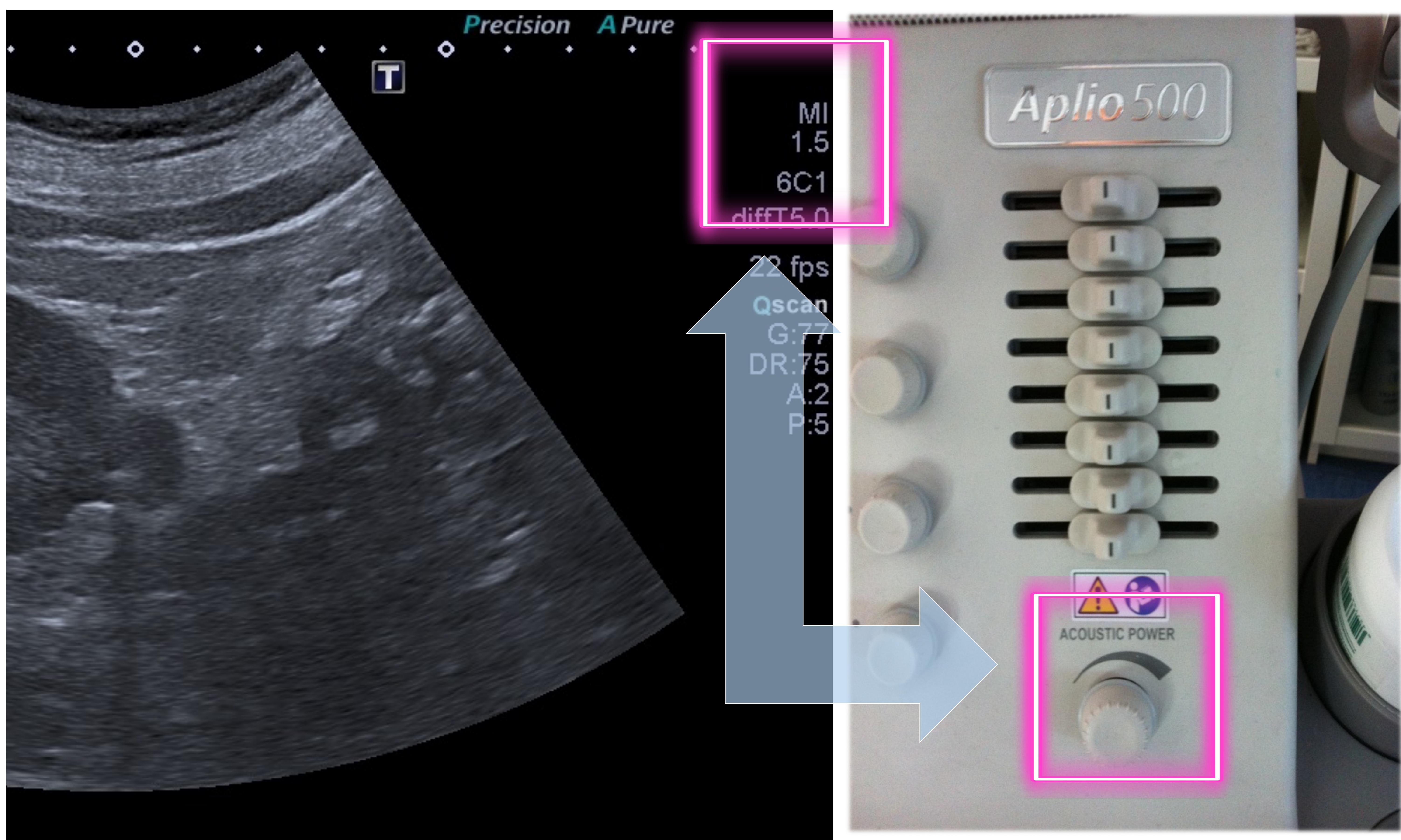
RC
RADIÓLEGS
DE CATALUNYA





- Utilizaremos armónicos cuando la imagen fundamental no se suficientemente buena.
- Es una imagen más limpia ya que “limpia” la imagen fundamental.
- En frecuencia altas ofrece una gran calidad de imagen.

Potencia de transmisión



Potencia de transmisión



1. Seguridad del Paciente: Es el objetivo principal. Todo lo que hacemos en la imagen médica tiene como fin asegurar que no se cause daño al paciente mientras se proporciona información diagnóstica precisa.

2. Principio ALARA: "Tan Bajo Como Razonablemente Alcanzable" – Este principio nos orienta a utilizar siempre el nivel mínimo de Potencia de Transmisión necesario para lograr la calidad diagnóstica requerida.

3. Potencia de Transmisión: La ajustamos al nivel más bajo posible que aún proporciona una imagen clara y útil clínicamente. Esto es una aplicación directa del principio ALARA.

4. Índice Mecánico: También se debe minimizar como parte de la aplicación del principio ALARA, asegurando que el paciente esté expuesto a la menor cantidad de energía ultrasónica necesaria para obtener una imagen de calidad diagnóstica.

Datos Clave

Esta técnica no es un juego, ya que produce una radiación y por tanto unos efectos en el tejido.

El conocimiento de las especificaciones técnicas y una buena formación competencial, supervisada y certificada, es esencial.

**Desarrolladores de Equipos de Ultrasonido
Organismos Reguladores
Comunidad Médica**

**Indicadores de
Seguridad:
IT e IM**

**Configuración y
diseño de los
Equipos**

Datos Clave

AIUM:

- Multidisciplinar
- Avance del ultrasonido médico
- EE. UU.
- Educación, investigación, estándares
- Certificación
- Política pública
- Colaboración y publicaciones

EFSUMB:

- Sociedades europeas
- Ultrasonido médico/biológico
- Educación, estándares
- Investigación
- Colaboración internacional
- Publicaciones

➤ Ambas organizaciones trabajan para promover la educación, la investigación, y el desarrollo de estándares y directrices para el uso seguro y efectivo del ultrasonido.

➤ Sin embargo, tienen enfoques y alcances geográficos distintos, con la AIUM centrada principalmente en Estados Unidos y la EFSUMB en Europa.

ODS (Output Display Standard)

Los ODS (Output Display Standard) son estándares relacionados con la visualización de la salida de energía en los sistemas de ultrasonido. Tanto la AIUM como la EFSUMB reconocen la importancia de estos estándares:

- **Visualización de la Salida Acústica:** Los ODS proporcionan una forma de visualizar la potencia acústica o la intensidad de salida de los equipos de ultrasonido, permitiendo a los operadores evaluar y ajustar la exposición.
- **Índices de Seguridad:** Incluyen índices como el Índice Térmico (TI) y el Índice Mecánico (MI), que ayudan a estimar los riesgos potenciales asociados con el calentamiento de los tejidos y los efectos mecánicos.
- **Regulación y Cumplimiento:** Los ODS son parte de las regulaciones y recomendaciones establecidas por organizaciones como la FDA en EE. UU.

➤ **A día de hoy, son los únicos “Quality Factor”**

numéricos

SEGURIDAD DE PACIENTE EN ECOGRAFÍA

La guía (Track 3) establece un ISPTA de 720 mW/cm² para todas las aplicaciones, con un Índice Mecánico (IM) máximo de 1.9, excepto para oftalmología, donde el IM es de 0.23. Estos límites reflejan un aumento en la intensidad de salida acústica permitida para ciertas aplicaciones después de la introducción de los estándares ODS.

Para todas las aplicaciones (Tejido periférico, Cardiológico, Fetal, Neonatal, Oftalmológico):

➤ **720 mW/cm²**

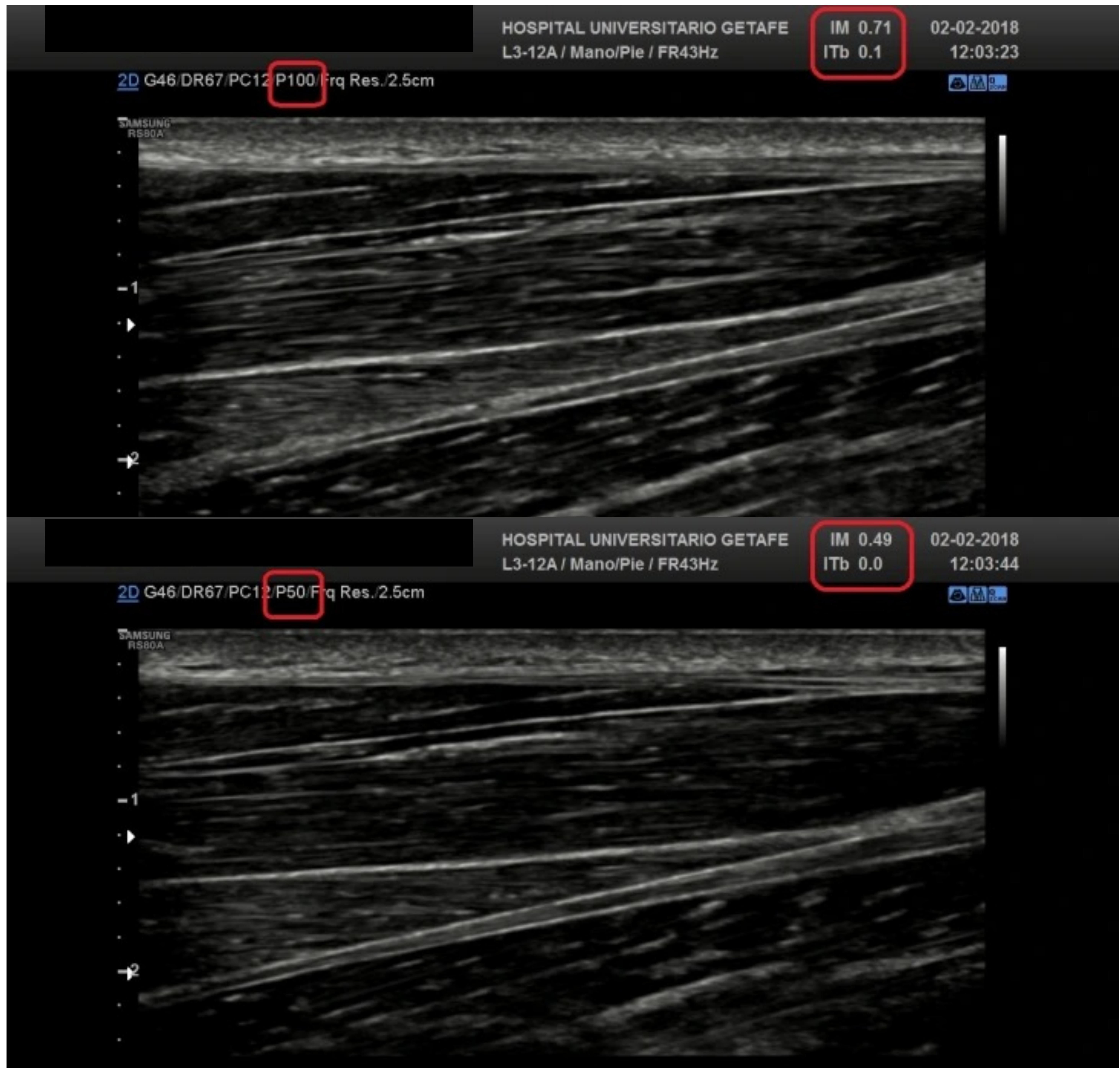
Para oftalmología, un límite específico:

➤ **50 mW/cm²**

Ecografía Oftálmica

Los valores máximos permitidos para los índices térmico (TI) y mecánico (MI) son generalmente más bajos en comparación con otras aplicaciones del ultrasonido, debido a la sensibilidad del tejido ocular y la proximidad al cerebro. La ecografía oftálmica requiere una atención especial en cuanto a la seguridad, ya que el ojo es particularmente susceptible a los efectos térmicos y mecánicos.

- **Índice Térmico (TI):** Para la ecografía oftálmica, los valores del TI suelen ser significativamente más bajos. La FDA (Food and Drug Administration) de Estados Unidos, por ejemplo, recomienda un límite máximo de TI de 1.0 para aplicaciones oftálmicas. Sin embargo, en la práctica, muchos profesionales buscan mantener el TI lo más bajo posible, a menudo por debajo de 0.5.
- **Índice Mecánico (MI):** En la ecografía oftálmica, también se recomienda un MI bajo. **La FDA establece un límite de MI de 0.23 para aplicaciones oftálmicas.** Este límite inferior se debe a la preocupación por los efectos mecánicos, como la cavitación, que podrían ser más dañinos en el tejido ocular.



Como puedes ver, regulando la potencia de transmisión (P) bajamos significativamente los ODS sin pérdida de calidad de imagen.

La Inteligencia Artificial

1. Personalización de la Experiencia del Paciente:

- ✓ La IA ayudará a ajustar los parámetros de la imagen ecográfica para adaptarse a las necesidades individuales del paciente.
- ✓ Consideraciones éticas y prácticas sobre la personalización automática en el diagnóstico médico.

2. Seguridad y Efectividad del Sistema de Puntuación de la IA:

- ✓ Análisis crítico de la escala de 1 a 10 propuesta por la IA y su validez como indicador de excelencia.

3. Adhesión al Principio ALARA y Seguridad del Paciente:

- ✓ Balance entre reducción de la exposición y mantenimiento de una alta calidad de imagen.

4. Rendimiento de la IA en Condiciones Variables:

- ✓ Efectividad de la IA bajo condiciones clínicas diversas y con pacientes que presentan retos diagnósticos.
- ✓ Resistencia de los sistemas de IA a las variaciones y su habilidad para adaptarse y aprender de los casos complejos.

5. Futuro de la IA en Ecografía Clínica:

- ✓ Proyecciones sobre cómo la IA podría evolucionar y expandirse en el campo del ultrasonido clínico.
- ✓ Debate sobre el potencial de la IA para reemplazar o complementar al profesional de la salud en el futuro.

Conclusión:

- ✓ **Calidad de Imagen en la Ecografía Clínica:** Fundamental para diagnósticos precisos. La claridad, precisión y fidelidad de la imagen son esenciales.
- ✓ **Seguridad del Paciente:** Preeminente sobre las consideraciones técnicas. Se debe garantizar que no se comprometa mediante el uso prudente de la ecografía.
- ✓ **Factor de Calidad de Imagen:** Une la resolución espacial, de contraste y temporal para producir imágenes óptimas.
- **Resolución Espacial:** Permite diferenciar interfaces cercanas; influenciada por la frecuencia, armónicos y foco.
- **Resolución de Contraste:** Se refiere a cómo se diferencian ecos en la escala de grises, afectada por el rango dinámico y la ganancia.
- **Resolución Temporal:** Importante para mantener la fluidez de la imagen; depende del frame rate.
- ✓ **Criterio ALARA y Efectos Biomecánicos:** Enfatiza la importancia de usar la menor potencia de transmisión posible para minimizar los riesgos, siguiendo el principio de ALARA. Atendos a los ODS.
- ✓ **Los Nueve Fantásticos (Parámetros Técnicos):** Se deben ajustar para mantener una calidad de imagen alta minimizando la exposición.
- ✓ **Uso de la Inteligencia Artificial:** El futuro potencial para monitorear y ajustar los parámetros técnicos en tiempo real, proporcionando feedback para asegurar un uso óptimo de la tecnología de ecografía, siempre en línea con la seguridad del paciente mediante un valor numérico en una escala 1 a 10 y en pantalla.

Referencias:

1. American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM). «Prudent Use and Safety of Diagnostic Ultrasound in Pregnancy.» Disponible en: www.aium.org
2. International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG). «Thermal index.» Radiology Reference Article. Radiopaedia.org. Disponible en: radiopaedia.org
3. British Medical Ultrasound Society (BMUS). «Thermal thresholds for teratogenicity, reproduction, and development.» PubMed. Disponible en: pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
4. American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) y National Electrical Manufacturers Association (NEMA). «Indicadores visuales en equipos de ecografía.» 1981.
5. Food and Drug Administration (FDA). «Comparación de límites de ISPTA máxima permitida para aplicaciones específicas reguladas por la FDA.»
6. Lanzas A. Eco Fácil. Marbán; 2022.
7. Lanzas A, Leal M. Ecotécnicas. Marbán; 2024
8. Dawson, P., & Cosgrove, D. O. (2005). *Ecografía en medicina clínica*. Elsevier España.
9. AIUM.org. American Institute of Ultrasound in Medicine. Official Statement: Recommended Maximum Scanning Times for Displayed Thermal Index (TI) Values. 2016. (Acceso el 15 de julio de 2021.)
10. Rumack, C. M., Wilson, S. R., & Charboneau, J. W. (2011). *Diagnóstico por ecografía*. Elsevier Health Sciences.

