

MEJORA DE LA EXPERIENCIA DEL PACIENTE EN LA RESONANCIA MAGNÉTICA DEL HOSPITAL DE GRANOLLERS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DEL SONIDO INMERSIVO.

Clara Uxía Fernández Pérez-Torres, Joan Moreno Muñoz, Pol Pruna Toston*, Montserrat Rubio Rodríguez,
Jorge Treviño Soruco, Valentina Camila Rojas Briones, Xavier Pruna Comella.

Hospital General de Granollers. Bettso*



Hospital General de Granollers
Fundació Privada Hospital Asil de Granollers

INTRODUCCION

El problema de la ansiedad en RM

La realidad de la RM

La realización de los estudios de RM pueden ocasionar diferentes grados ansiedad en los pacientes, que, en casos extremos, pueden llegar a provocar la interrupción total del estudio por claustrofobia.

Prevalencia

La claustrofobia afecta entre el 2,2% y el 37% de la población general, según literatura. Los errores o estudios incompletos en RM oscilan entre el 0,5% y el 14,5%.

Factores desencadenantes

Configuración cerrada del equipo, ruido intenso, inmovilidad prolongada, miedo al examen y a sus resultados.

INTRODUCCION

Estrategias actuales y sus limitaciones

RM abiertas

Menores campos magnéticos que disminuyen la calidad de la imagen y su rendimiento diagnóstico, comprometiendo los resultados.

Sedación farmacológica

Requiere mayor personal sanitario, aumenta riesgos para el paciente y costes operativos.

Intervenciones no farmacológicas

Requieren largos tiempos por parte del personal o muestran escasa eficacia. No están implantadas en la práctica clínica habitual.

INTRODUCCION

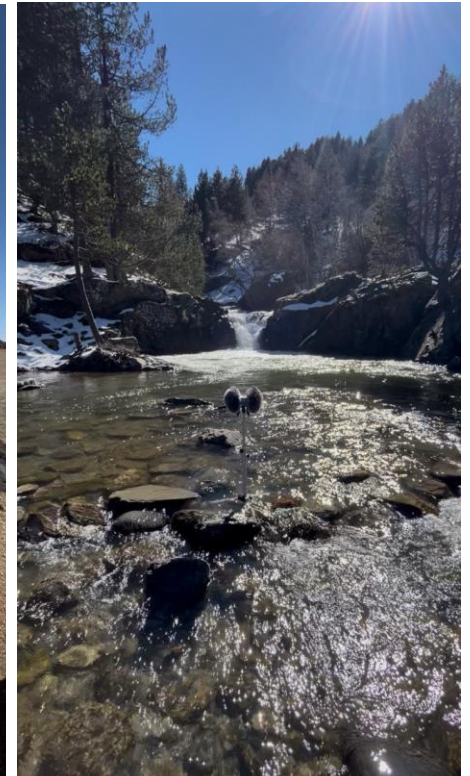
¿Qué es el sonido inmersivo (3D)?

Mediante el uso de micrófonos especializados y tecnología de audio Dolby Atmos®, se logra generar una experiencia sonora tridimensional que convierte al oyente en protagonista.

A diferencia de otras intervenciones basadas en paisajes sonoros estáticos o música de relajación, **Bettso transforma la prueba en una experiencia narrativa inmersiva: el paciente no escucha sonido, forma parte de una historia.** Esta guionización dirige la atención hacia un escenario envolvente, facilitando la evasión cognitiva y reduciendo la percepción del entorno hostil.



INTRODUCCION



OBJETIVO



Hipótesis del estudio

La aplicación del **sonido inmersivo** en el procedimiento de adquisición de los estudios de Resonancia Magnética puede ayudar a **disminuir los diferentes grados de ansiedad** en los pacientes.

OBJETIVO

Objetivo principal

Reducir la ansiedad de los pacientes que se someten a estudios de RM en el Hospital de Granollers mediante sonido inmersivo.

Objetivos secundarios del estudio

- 1/ Disminuir el número de estudios incompletos por cuadros de claustrofobia.
 - 2/ Reducir las interrupciones parciales del estudio debidas a movimientos atribuibles a la ansiedad, mejorando el flujo de trabajo.
 - 3/ Mejorar la experiencia general del paciente y en especial la experiencia auditiva dentro del equipamiento.
-

MATERIAL Y MÉTODOS

Criterios de inclusión

- Mayores de 18 años.
- Estudios de RM de cabeza, cuello, columna (cervical, dorsal, lumbar), abdomen o pelvis.
- Consentimiento informado firmado.
- Realización completa de la prueba de RM.

Criterios de exclusión

- Menores de edad.
 - Pacientes con alteración de la conciencia.
 - Pacientes que no inicien la prueba por claustrofobia inmediata.
 - Falta de consentimiento informado, falta de cumplimiento o cumplimiento erróneo de la encuesta.
-

MATERIAL Y MÉTODOS

Ámbito del estudio

1/ A los pacientes se les explicaba la técnica y se les entregaba el consentimiento informado y una **encuesta** para rellenar antes y después de la prueba para valoración del grado de satisfacción.

2/ El técnico recogía y adjuntaba a la encuesta del paciente los datos de la prueba y las posibles **incidencias** (interrupciones parciales o totales).

3/ Se registraba los valores **de frecuencias cardiaca y respiratoria** antes y durante la aplicación del sonido inmersivo.

DATOS INICIALES

ACEPTO LA PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:

☐ SI

☐ NO

¿CON QUÉ ESCENARIO QUIERO
EXPERIMENTAR?

☐ MONTAÑA

☐ MAR

☐ URBANO

☐ DELTA

PREGUNTAS A RESPONDER ANTES DE LA PRUEBA

¿Ha tomado alguna medicación previa al estudio
para disminuir el estrés?

☐ SI

☐ NO

En caso de "SI", nombre de la medicación:

Grado de nerviosismo antes de la prueba (1
mínimo - 10 máximo):

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

Si más de 5, ¿por qué motivo?

☐ Por la prueba en sí.

☐ Por el resultado de la prueba.

☐ Ambos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Fase retrospectiva

Análisis de datos (2023) grupo control: **2,9% de claustrofobia en los pacientes** que se sometieron a pruebas RM (sin el sonido inmersivo).

Fase prospectiva

Se reclutaron **305 pacientes durante el 2025** a los que se les aplica la técnica del sonido inmersivo, según criterios de inclusión.

Análisis comparativo

Comparación estadística entre ambos grupos para evaluar la efectividad de la intervención.

MATERIAL Y MÉTODOS

Equipamiento

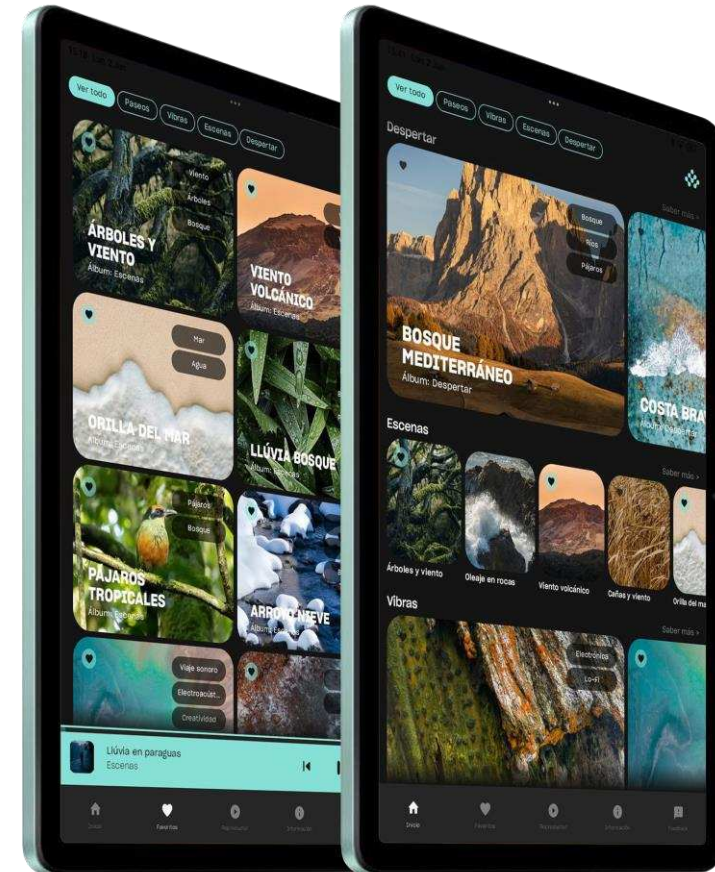
2 Auriculares RM + Fundas desechables.

- **Estándar:** Reducción de ruido -29 dB, no magnéticos, Audio Hi-Fi.
- **Slim:** Reducción de ruido -19 dB, no magnéticos, Audio Hi-Fi.

Software Bettso con tablet.

Con el contenido sonoro binaural (3D) diseñado en Dolby Atmos.

RM Siemens 3T Magnetom Vida.



MATERIAL Y MÉTODOS

Intervenciones

La construcción de los contenidos sonoros tridimensionales incluyen **diseño sonoro, música original e historia.**

Escenarios disponibles para la prueba:

- **Delta:** Paseo por los distintos escenarios emblemáticos del Delta del Ebro (arrozales, mar, desierto y cañales). *(50 min)*
 - **Montaña:** Paseo por la recreación de los Pirineos catalanes (con sonidos de bosque, pájaros y riachuelos). *(50 min)*
 - **Mar:** Paseo por la Costa Brava con sonidos de olas, brisa marina y gaviotas para relajación profunda. *(50 min)*
 - **Urbano:** Paseo por una ciudad mediterránea con sonidos envolventes contemporáneos. *(50 min)*
-

MATERIAL Y MÉTODOS

Variable demográficas

- Datos demográficos
- Tipo de prueba y duración
- Tipo de escenario sonoro

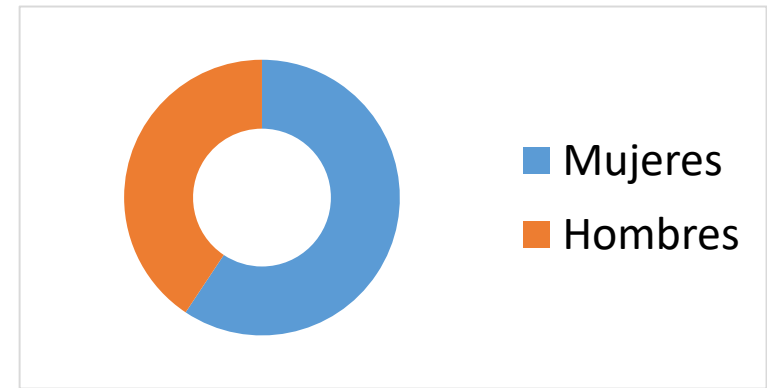
Variables de evaluación

- **Claustrofobia:** Cuantificación de pruebas no completadas.
 - **Movimientos del paciente:** Medición de interrupciones parciales por ansiedad.
 - **Respuesta fisiológica:** Media de latidos cardíacos y frecuencia respiratoria antes y durante la exploración.
 - **Ansiedad/Nerviosismo:** Escala subjetiva 1-10. Medición pre y post-prueba mediante encuesta al paciente.
-

RESULTADOS

Perfil demográfico

- **Género:** 59,3% mujeres y 40,7% hombres.
- **Edad:** Media de 55 años (rango de 19 a 86 años).
- El **77% de los pacientes** ya se había realizado una **RM anteriormente**.

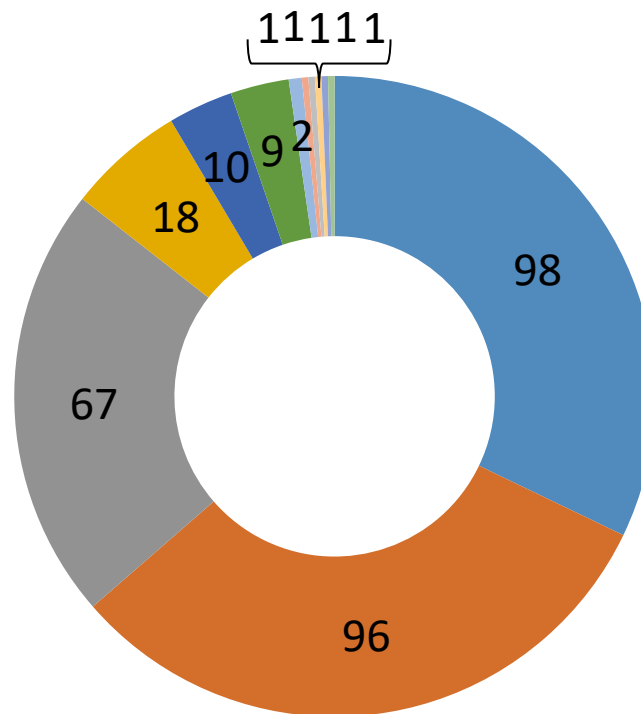


*A los pacientes **con claustrofobia ya conocida**, que se habían derivado a otro centro para realizar una RM abierta o con sedación, se les ofreció participar en el estudio con RM cerrada y sonido inmersivo. Aceptaron participar **9 de los 26 pacientes (34,5%)**.*

RESULTADOS

Tipo de prueba

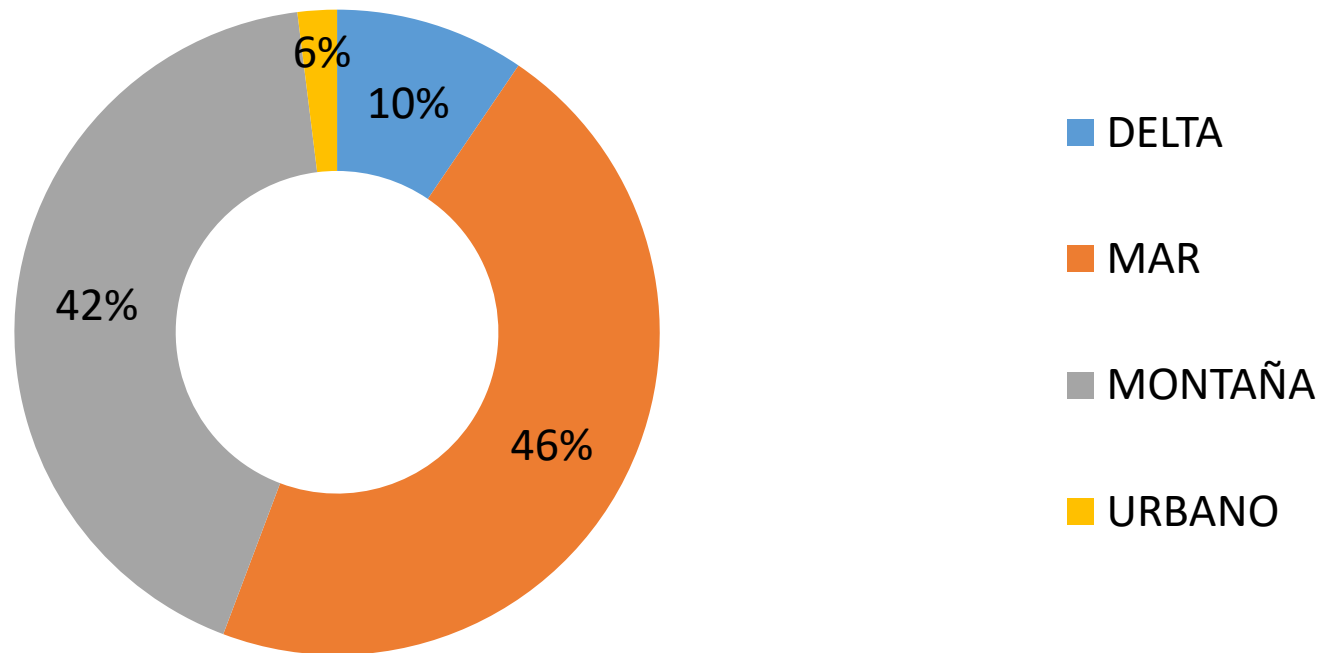
Regiones anatómicas



- Cráneo
- Lumbar
- Cervical
- Pelvis
- Cuello
- Dorsal
- Oído
- ATM
- Abdomen
- Hipófisis
- Prostata
- Recto

RESULTADOS

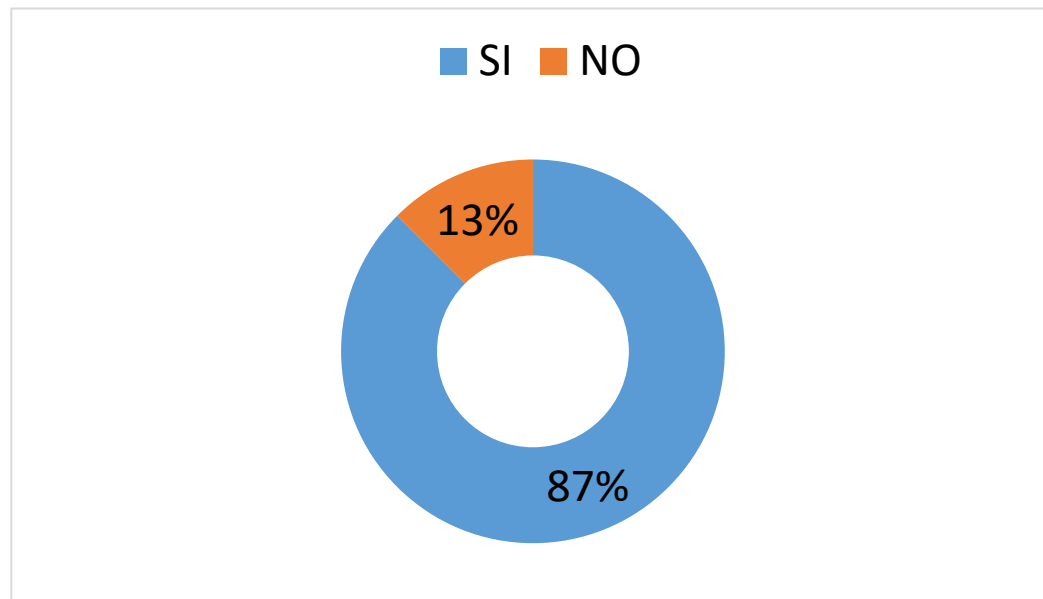
Escenarios escogidos



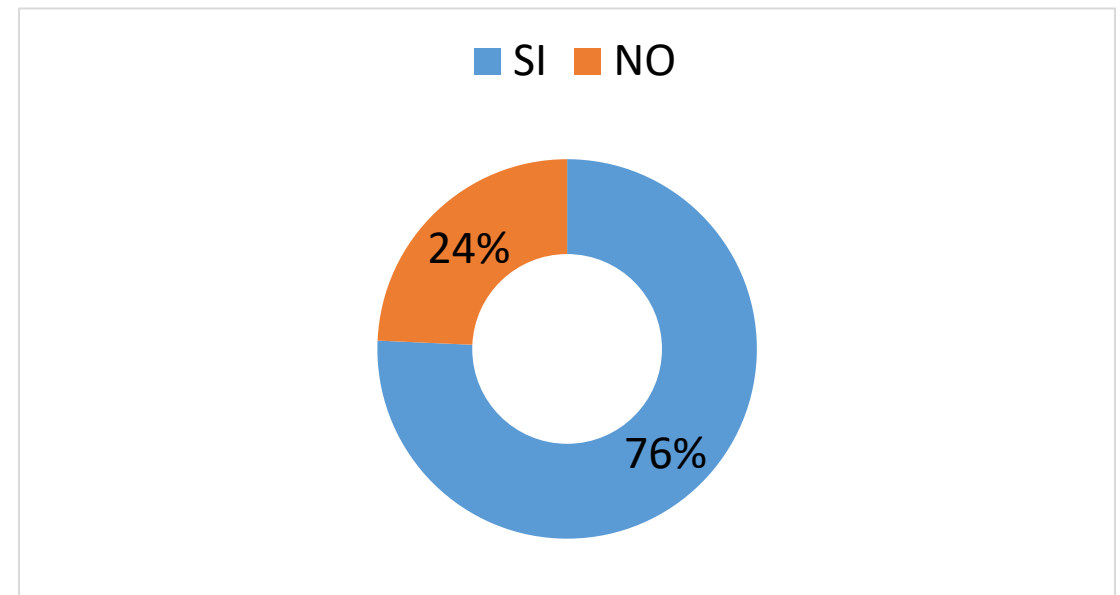
RESULTADOS

Hallazgos

El sonido es agradable y mejora la experiencia



Reduce el nerviosismo durante la prueba

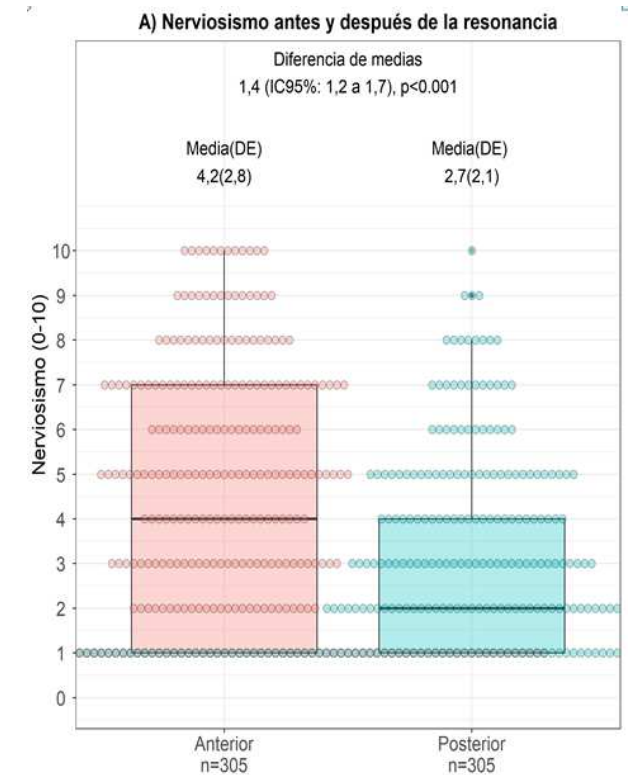
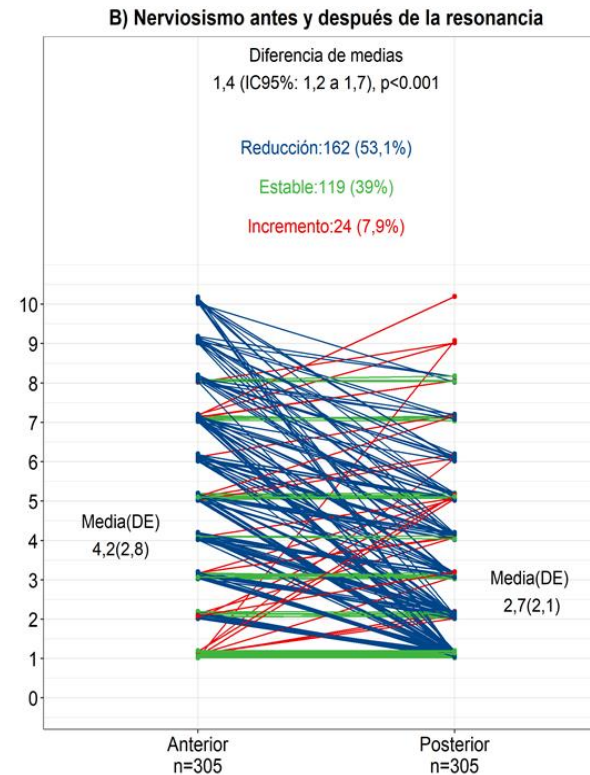


RESULTADOS

Hallazgos

El sonido ayudó a reducir el nerviosismo durante la prueba.

- 53,1% de los pacientes presentaron una disminución en la escala de nerviosismo.
- Reducción significativa, el nerviosismo bajó de 4,2 a 2,7 puntos, una diferencia de **-1,4 puntos estadísticamente significativa** ($p < 0,001$).

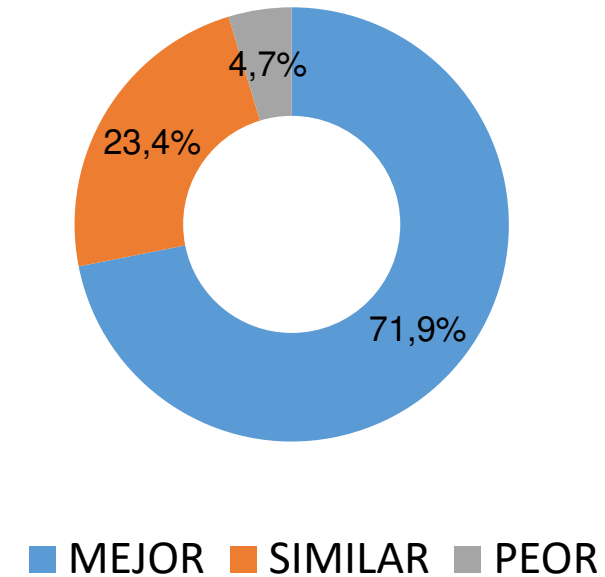


RESULTADOS

Hallazgos

El sonido mejora la experiencia respecto las RM previas

- El 71,9% de los 235 pacientes que se habían realizado una RM previa declararon que la experiencia actual con la resonancia magnética fue mejor que la experiencia anterior.
- Solo el 4,7% consideró la experiencia peor, principalmente debido al ruido de la máquina que solapaba la música o la presión de los auriculares.

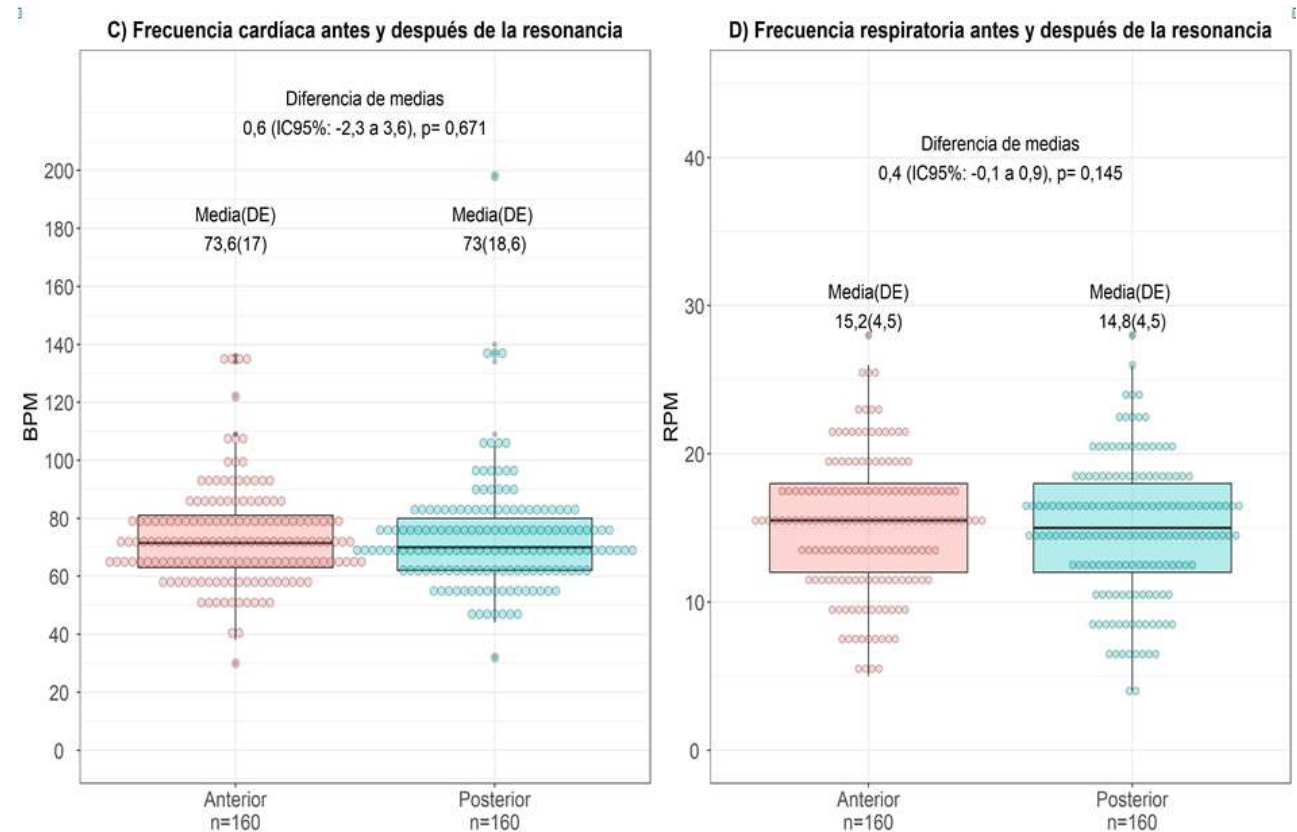


RESULTADOS

Hallazgos

Comparación de frecuencia cardíaca y respiratoria antes y durante la prueba.

No se observaron diferencias significativas entre el periodo previo y posterior al sonido inmersivo para la frecuencia cardíaca y respiratoria.



RESULTADOS

Hallazgos

1 / Disminución de la incidencia de claustrofobia con sonido inmersivo.

Solo en 2 casos de los 305 paciente se tuvo que interrumpir la prueba por claustrofobia, lo que representa un 0,65%, frente al 2,9% del 2023 (sin sonido inmersivo).

2 / Éxito en el subgrupo de pacientes con claustrofobia anterior conocida.

Los 9 pacientes reclutados con claustrofobia conocida se realizaron la prueba en la RM cerrada evitando derivación a otro centro para RM abierta o necesidad de sedación.

RESULTADOS

Hallazgos

Comparación de subgrupos de pacientes con y sin claustrofobia conocida previamente

La media de reducción del nerviosismo fue numéricamente mayor en estos pacientes con claustrofobia (diferencia no estadísticamente significativa por escaso número de pacientes con claustrofobia).



LIMITACIONES TECNICAS

1/ Imposibilidad de acceder al hardware del equipo de RM obligó a transmitir el sonido en formato no estéreo, perdiendo potencial inmersivo completo.

2/ Los auriculares con mejor aislamiento del ruido externo no pueden ser usados por su tamaño en la bobina de cráneo, por lo que se debieron usar auriculares *Slim* con menor aislamiento.



MEJORAS Y LÍNEAS DE FUTURO

Mejoras tecnológicas:

- Obtener salida de audio estéreo desde el equipo de RM, mejorando la inmersión tridimensional completa.
- Desarrollar auriculares con mejor aislamiento que puedan caber en la bobina de cráneo.

Optimización de Contenidos:

- Adaptar los escenarios sonoros de Bettso para que integren el ruido externo del equipo de RM en lugar de solo intentar ocultarlo.
- Digitalización de encuestas para mejorar el reclutamiento y la experiencia del paciente.

Ampliación del uso

- Generalización a RM de cualquier región anatómica
 - Creación de circuito clínico que ofrezca dicha técnica a los pacientes claustrofóbicos como alternativa a la derivación a RM abierta o sedación.
-

CONCLUSIONES

1/ El sonido inmersivo es una herramienta útil y de fácil aplicación para disminuir la ansiedad relacionada con la realización de una RM.

Los pacientes describen alta satisfacción, reducción de la ansiedad y mejor experiencia respecto a la realización de una RM sin sonido inmersivo.

2/ El sonido inmersivo se relaciona con una disminución de la claustrofobia.

Se ha identificado menor incidencia de eventos durante las RM realizadas con sonido inmersivo.

Todos los pacientes reclutados con antecedente de claustrofobia que no habían podido realizarla en el pasado, pudieron terminar la prueba realizada con sonido inmersivo.