

## Capítulo 16. Protocolo de MRI

### Índice

<b>1. Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Material necesario .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Características específicas .....</b>	<b>2</b>
2.1.1. Escáner .....	2
2.1.2. Mando de respuesta.....	3
2.1.3. Correctores de visión (MediGlasses).....	3
<b>3. Procedimiento previo a prueba .....</b>	<b>3</b>
3.1. Información al participante .....	4
3.2. Configuración mando de respuestas .....	4
<b>4. Procedimiento día de prueba .....</b>	<b>6</b>
4.1. Recepción.....	6
4.2. Evaluación MRI.....	6
4.3. Problemas auditivos .....	7
4.4. Selección de cortes para las secuencias.....	7
4.5. Examen de MRI incompleto .....	8
<b>5. Procedimiento posterior a la prueba .....</b>	<b>8</b>
5.1. Descarga y escaneo de datos .....	8
5.2. Exportación de datos .....	8
5.3. Revisión y control de calidad de los datos .....	8
<b>6. Índice de anexos .....</b>	<b>8</b>

## 1. Introducción

La resonancia magnética por imagen (MRI) es un método altamente seguro y de uso frecuente para evaluar la salud cerebral como se hará con los participantes en el proyecto AGUEDA. La sesión de MRI es la tercera sesión de evaluación, después de haber completado la sesión 1 y 2 en IMUDS. La MRI se completará al inicio y después de la intervención de 6 meses. Cada participante pasará aproximadamente una hora en la MRI en cada visita. El tiempo total de esta visita es de aproximadamente 3 horas lo que permite recoger información de condiciones previas, realizar una simulación de la tarea de N-back (que se realizará durante la MRI) y tomar un breve descanso para ir al baño. Además, en este tiempo está considerado que previo a la MRI el participante realice, en las mismas instalaciones del centro de investigación mente cerebro y comportamiento (CIMCYC), las pruebas cognitivas computarizadas en el laboratorio 11 usando el software E-Prime. El CIMCYC, tiene unas normas especiales para los proyectos que utilizan el aparato que se deben revisar en el **Anexo16.1Normas\_MRI**. Adicionalmente y debido a la contingencia del COVID-19, el centro ha tomado medidas especiales que se pueden revisar en el **Anexo16.2.Acceso\_MRI**. Uno de los objetivos principales del proyecto AGUEDA es examinar el efecto de un programa de ejercicio basado en resistencia muscular en diferentes medidas del cerebro, incluido el volumen, la función, la conectividad, la materia blanca y el flujo sanguíneo. Por lo tanto, la MRI es un componente imprescindible para el proyecto.

## 2. Material necesario

El material necesario para sesión es el siguiente:

- N-back task en E-prime del ordenador de la sala de control de MRI
- Ordenador de “ActiveBrains” (opcional)
- Escáner, mando de respuesta y tapones
- Corrector de visión MediGlass (Si es necesario)
- Mascarilla quirúrgica sin el alambre de nariz
- **Anexo16.1Normas\_MRI**
- **Anexo16.2Acceso\_MRI**
- **Anexo16.3Cuestionario\_seguridadMRI**
- **Anexo16.4Examen\_MRI**
- **Anexo16.5Parametros\_MRI**

### 2.1. Características específicas

#### 2.1.1. Escáner

El escáner a utilizar será el que pertenece al CIMCYC y es un escáner de 3 teslas Magnetom Tim Trio system (Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany). La bobina es de 64 canales. Para garantizar la máxima visibilidad de la pantalla, las luces en la sala de evaluación deben estar apagadas durante la exploración, en casos excepcionales por comodidad del participante las luces se pueden dejar encendida.

### 2.1.2. Mando de respuesta

El mando de respuesta a utilizar será el “Evoke response pad” (figura 1) que presenta cinco botones de cada mano y se comunica a través del cableado de fibra óptica a una consola de interfaz ubicada en la sala de control. La consola de interfaz proporciona comentarios en tiempo real de las respuestas de los participantes a través de indicadores LED e incluye un conjunto de botones para responder al participante según sea necesario. El sistema se integra perfectamente con E-Prime a través de una conexión USB. En las exploraciones de AGUEDA solo el mando de la mano derecha se deberá usar.



Figura 1. Sistema de mando de respuesta.

### 2.1.3. Correctores de visión (MediGlasses)

La mayoría de estos adultos mayores usarán gafas o lentillas. Si usan lentillas, se debe indicar a los participantes que las lleven el día de la evaluación. Si el participante usa gafas, deberán estar equipados con lentes que puedan ser usadas en la resonancia magnética. Las gafas compatibles con el escáner que se utilizarán serán las “MediGlasses” (figura 2). Estas gafas tienen un sistema de cambio de lente fácil de ajustar y una selección graduaciones diferentes (que van desde -6 a +6 dioptrías en incrementos de 0.5 dioptrías). Antes de ingresar al scanner se debe realizar la corrección y revisión de la visión a los participantes.



Figura 2. Sistema de gafas MediGlasses.

## 3. Procedimiento previo a prueba

El participante debe ser compatible con MRI, sin implantes metálicos que puedan ser un peligro para su seguridad y no ser claustrofóbico. Esto se considera parte de los criterios de elegibilidad

para el proyecto. Para evaluar la compatibilidad con MRI, se formularán una serie de preguntas durante la semana inicial sobre cirugías y operaciones anteriores, lesiones que involucran objetos metálicos, implantes que contienen metal, como derivaciones u otros dispositivos metálicos (**Anexo16.3Cuestionario\_seguridadMRI**). Si se descubre que el participante tiene un dispositivo metálico implantado en su cuerpo, la decisión inicial es que no es elegible para el estudio, sin embargo, si el participante tiene conocimiento de que su dispositivo es seguro para el la MRI, se necesitará más información relacionada con el dispositivo, incluida la marca, el modelo y la ubicación en el cuerpo, para enviar esta información al radiólogo. Finalmente, el radiólogo debe confirmar la compatibilidad del dispositivo para la MRI enviando al técnico un correo con el ID del participante para tomar la decisión final. Esta información debe obtenerse lo más rápido posible para no retrasar las sesiones de evaluación y al mismo tiempo asegurarse de que el participante esté seguro para continuar en el estudio. Con todo esto, se pretende evitar que el participante firme consentimiento para comenzar las evaluaciones y luego encuentre un retraso mientras se obtiene información sobre la seguridad del dispositivo metálico implantado en su cuerpo.

### 3.1. Información al participante

El evaluador del proyecto debe ponerse en contacto con el participante del estudio aproximadamente 24 horas antes de la sesión de MRI. Esta llamada sirve como recordatorio de la cita y condiciones previas, además también ofrece una oportunidad para que el participante pregunte cualquier duda que le haya surgido.

En esta llamada telefónica se darán nuevamente las indicaciones a los participantes sobre el aparcamiento en las instalaciones del CIMCYC, así como una explicación detallada de la mejor ruta para llegar al centro y donde se reunirá el evaluador con ellos. El participante debe ser recordado de que debe quitarse joyas, cualquier dentadura removible, o algún otro elemento que pueda ser incompatible con la evaluación de MRI. También se le debe decir que debe usar ropa cómoda. Se debe hacer énfasis a las mujeres que usen un sostén deportivo que no tenga aros metálicos.

Si corresponde, puede ser necesario reforzar la idea de que una vez que se haya programado la sesión MRI, esta cita debe mantenerse como una alta prioridad para el participante y asegurarse de que entiendan que es mejor NO cancelar esta cita. Y que solo en caso de que surgiera una emergencia deberán cancelar la cita llamando al evaluador lo antes posible.

Toda esta información está en el **Anexo2.5.Condiciones\_previas\_Sesión3**, para que esto pueda revisarse en esta llamada telefónica. Esta información debe estar en una fuente de mayor tamaño para que los adultos mayores puedan leerla más fácilmente

### 3.2. Configuración mando de respuestas

Antes de proceder a realizar la prueba de resonancia magnética deberemos de haber configurado el mando de respuestas (mando derecho) para asegurarnos de que se recibe la señal de una forma correcta. Para ello, se deberá ingresar a la cuenta de “Agueda Project” en el ordenador de la sala de control de la resonancia magnética. En el escritorio se encontrará el programa “Evoke”.

Los pasos para configurar el mando son:

1. Cargar el archivo con la configuración de respuesta que se ha preestablecido “Load xx”. El archivo de la configuración se denomina “Agueda.ev”. El archivo de la configuración se denomina “Agueda.ev”.
2. Una vez cargado el archivo, se debe de ir a la pestaña que aparece a la izquierda de “Connections” y hacer clic en “Autoconnect”.

3. Ahora hay que poner atención en dos cosas: a) que el piloto del mando que está en la sala de control de la resonancia esté parpadeando y b) que en la parte inferior de la pantalla del programa aparezca el puerto activo y conectado a cualquier puerto, p.e., “Port:CM5”.
4. Después, se debe comprobar que las respuestas están siendo registradas tocando los botones del mando. Si todo va correctamente, avanzar al paso 6 al paso 6.
5. En caso de que ocurra algún error, se debe desconectar el cable USB del mando, apagar y encender la caja de conexión del mando y realizar todos los pasos de nuevo.
6. Una vez se comprueba de que las respuestas están siendo registradas, ir a la pestaña “Connections” y clicar en “Enable keyboard”. En este momento aparecerá el puerto como desconectado, p.e. “Port disconnected”. Ahora se debe de comprobar nuevamente que se registran las respuestas como teclado.
7. Para esta comprobación, abrir un archivo del bloc de notas y presionar los botones. Deberán de aparecer las respuestas escritas según la configuración de respuesta que hemos realizado en el archivo “Agueda.evkk”. Es importante identificar en el bloc de notas al pulsar el dedo índice (si coincide) debe aparecer una letra Z, y al pulsar el dedo medio (no coincide) debe aparecer una M.
8. En caso de que los números no aparezcan escritos, recordar ACTIVAR el bloqueo numérico del ordenador dándole a la tecla “Bloq. Num” y asegurarse de que está en verde en todo momento cuando el participante realice la tarea.

Por último, se debe de tomar en consideración que el técnico de la resonancia deberá de darle 2 PULSOS en la máquina de sincronización con la resonancia (los cuales serán registrados como una “s”) para poder pasar las dos primeras pantallas de instrucciones. Tras esto, serán los propios participantes los que cliquen los botones para poder pasar a la siguiente pantalla.

### **3.3. Resolución de pantalla para la tarea**

Es muy importante comprobar, antes de realizar la tarea con los propios participantes, que la configuración de la pantalla no se ha modificado y, por tanto, las instrucciones y los ítems de respuesta se ven a la perfección.

La resolución que debe aparecer para evitar cualquier tipo de inconveniente es la siguiente:

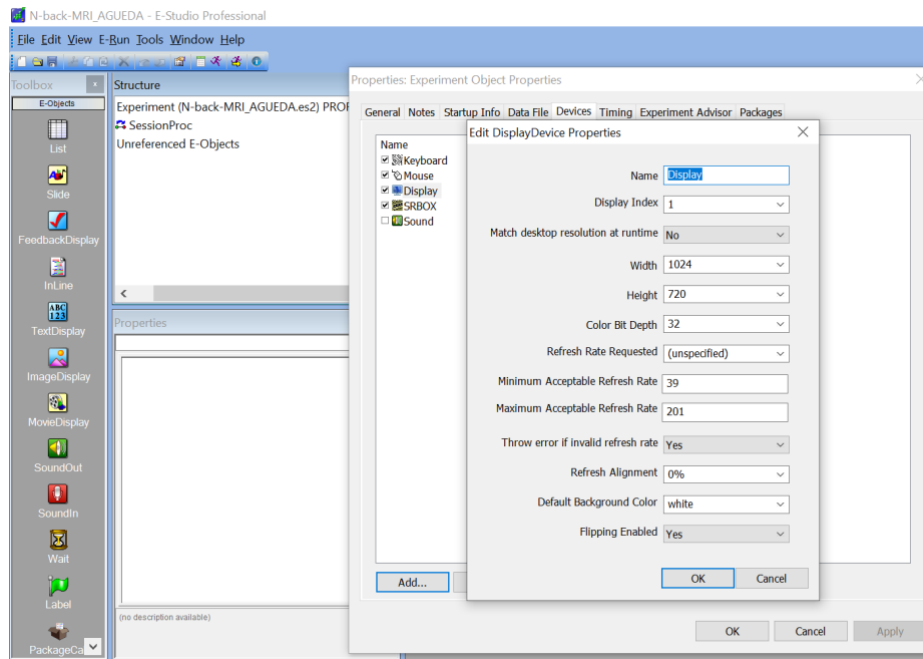


Figura 3. Resolución de pantalla tarea E-prime.

## 4. Procedimiento día de prueba

### 4.1. Recepción

1. El evaluador recibe al participante que llega a las instalaciones de MRI ubicadas en el CIMCYC.
2. El evaluador explica la secuencia de eventos y responde preguntas.

El evaluador AGUEDA debe hablar con el participante sobre el examen. Pregúntele si alguna vez se ha hecho una MRI antes, ya que esta información le será informativa sobre lo que experimentarán en este examen. Explique brevemente que completará una tarea breve que es similar a un "juego de computadora" dentro del imán, así como otras tareas similares fuera de él. Recuerde lo que se espera de ellos, como estar completamente inmóvil durante aproximadamente una hora. Explique que habrá comunicación de manera regular mientras está en el aparato a través de un micrófono que podrán escuchar dentro de la máquina de MRI. Responda cualquier pregunta que pueda tener mientras se dirigen a la sala en la que se realizarán las primeras pruebas de E-prime, ya sea en el laboratorio 11 o en el laboratorio 26. Una vez llegado al laboratorio, se debe realizar las tareas de E-prime con el participante antes de pasar al examen MRI, en el capítulo **13.2. Pruebas Cognitivas (Computarizadas)** se encuentra el procedimiento y el detalle de estas evaluaciones.

### 4.2. Evaluación MRI

Una vez realizada las pruebas de E-prime, el participante se dirige hacia la sala de MRI a realizar el examen. Antes de ingresar al examen, al participante se le debe explicar la tarea que realizará en la máquina en detalle. Para ello, se debe utilizar un portátil y el archivo "N-back\_PowerPoint.pptx", que tiene exactamente las mismas instrucciones que verá en la pantalla durante la examinación. Durante este procedimiento, también se debe probar el mando que se utilizará en el examen, se debe solicitar al técnico un



mando que tienen de prueba para hacer este paso. Lo más importante en este paso es garantizarse que el participante comprenda las instrucciones de la prueba y la utilización del mando de respuesta. Una vez se realiza este procedimiento el participante está listo para ingresar a la sala de control de MRI (donde se encontrará el técnico), se debe indicar al participante que se quite cualquier objeto metálico que lleve en el cuerpo. Para realizar el examen de MRI, el técnico tiene el documento **Anexo16.4Examen\_MRI** que será el que deba seguir. Se puede encontrar los parámetros de adquisición en el **Anexo16.5Parametros\_MRI**. Adicionalmente, al técnico se le ha entregado el archivo PDF y el archivo con extensión “.exar” para que se carguen en el aparato de MRI y arrancar las secuencias del proyecto.

#### 4.3. Problemas auditivos

Algunos adultos mayores pueden llegar a la sesión de MRI con audífonos. Dependiendo de cuán grave sea su audición, después de que se quiten los audífonos al ingresar a la sala de MRI, es posible que tengan problemas para escuchar por el micrófono mientras se les da instrucciones. Si este es el caso con algún participante, se debe dar tantas indicaciones como sea posible antes de que entren en la sala de resonancia magnética. Hágales saber que se mostrarán las instrucciones para la tarea de N-back en la pantalla antes de que comience la tarea.

#### 4.4. Selección de cortes para las secuencias


Todas las secuencias tendrán la misma selección de corte que estará alineada con AC/PC y configurada desde el primer mapa de campo. Una vez que esta selección de corte se establece desde el mapa de campo, deberá copiarse y pegarse en cada secuencia posterior, excepto la secuencia del hipocampo. Consulte a continuación el posicionamiento de corte para la secuencia T2 del hipocampo. Esta información es más que nada informativa, ya que el técnico ya habrá realizado este procedimiento. Usar las instrucciones descritas en la figura 4 para el ajuste de la secuencia específica del hipocampo:

**Check coil selection and disconnect any coils that do not cover the scan range. (NC1 and NC2)**

**DO NOT CUT PARALLEL RANGES FROM MPAGE. NO TIME!**

**Positioning:**  
 Drag in Sag Auto Align (Raw Images) from Patient Browser  
 Always position to the **LEFT** hippocampus. After aligning to **LEFT** hippocampus, scroll back to center sagittal slice, and click perpendicular so that the slice volume is centered to the head.

**Take care to cover head, body and tail of the hippocampus carefully.** (This is essential for hippocampal tracing and segmentation! – Thanks AMC).



**Shim:**  
 Auto shim is fine.

Figura 4. Ajuste secuencia hipocampo.

#### 4.5. Examen de MRI incompleto

Existe la posibilidad de que un participante no complete todo el examen de MRI y salga del escáner anticipadamente. El participante puede fatigarse o comenzar a tener ansiedad después de estar en el escáner durante solo unos minutos. Si este es el caso, debe documentarse en el sitio de notas del instrumento de MRI en REDcap. Si es posible, programar que el participante regrese para completar las secuencias perdidas en una fecha posterior o más tarde dentro de la sesión. Considerando esto, esta situación debe ser informada a los coordinadores del proyecto para tomar la decisión de si este participante puede continuar (hacia la sesión 4) o se debe informar que deja de ser elegible para continuar en el estudio.

### 5. Procedimiento posterior a la prueba

#### 5.1. Descarga y escaneo de datos

Una vez acabada la examinación, los archivos obtenidos de la tarea de N-back en E-Prime deben traspasarse a un pendrive y guardarse en ordenador del proyecto, en la carpeta de MRI respectiva del participante. Los archivos E-Prime se nombran automáticamente y no deben cambiarse.

#### 5.2. Exportación de datos

El traspaso de las imágenes obtenidas durante el examen de MRI será realizado a través de un servidor ftp desde el ordenador de MRI hacia el disco duro y ordenador de IMUDS. El técnico tendrá acceso a una carpeta denominada MRI\_data\_raw, en la cual se encontrarán las carpetas de cada participante incluidos en el proyecto (“/Volumes/Agueda\_Project/MRI\_data/Participants/XXX/TX/MRI”. Una vez acabada cada evaluación, el técnico realizará la transferencia de archivos DICOM correspondiente a cada participante.

#### 5.3. Revisión y control de calidad de los datos

Una vez los datos han llegado al ordenador del proyecto. Se llevarán a cabo algunos filtros de control de calidad de los datos automatizados que son descritos en el capítulo de control de calidad de MRI. **Ver capítulo Control de calidad MRI.** Adicionalmente, se debe verificar en REDcap que todos los datos se hayan ingresado correctamente.

### 6. Índice de anexos

- Anexo16.1Normas\_MRI
- Anexo16.2Acceso\_MRI
- Anexo16.3Cuestionario\_seguridadMRI
- Anexo16.4Examen\_MRI
- Anexo16.5Parametros\_MRI