



Capítulo 5: Evaluación antropométrica, bioimpedancia eléctrica y absorciometría de rayos X de energía dual

Índice

1. Introducción	2
2. Material necesario.....	2
2.1. Evaluación antropométrica	2
2.2. Evaluación de la composición corporal mediante bioimpedancia.....	3
2.3. Evaluación de la composición corporal mediante DXA.....	4
3. Protocolos de evaluaciones.....	5
3.1. Protocolo de evaluación antropométrica	5
3.1.1. Peso.....	6
3.1.2. Estatura	6
3.1.3. Perímetros.....	7
3.2. Protocolo de evaluación con bioimpedancia eléctrica	11
3.2.1. Características técnicas del equipo	11
3.2.2. Encendido del equipo y registro del participante	11
3.3. Protocolo de evaluación con DXA	18
3.3.1. Protocolo de calibración DXA.....	18
3.3.2. Protocolo de evaluación con DXA posterior a calibración	21
3.4. Protocolo de evaluación de la presión arterial	32
4. Procedimiento posterior a las evaluaciones.....	33
4.1. Análisis de los datos del DXA.....	33
5. Ingreso de datos REDCap	36
6. Exportación y respaldo de datos	37
6.1. Hoja de registro de antropometría	37
6.2. Exportar resultados de bioimpedancia.....	37
6.3. Exportar datos de DXA	39
7. Anexos	39



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

1. Introducción

Las mediciones antropométricas, el análisis de composición corporal mediante bioimpedancia, y la prueba de absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) han sido programadas para realizarse en la Sesión 1 de las evaluaciones. Así, el objetivo relacionado con la composición corporal apunta a examinar los efectos de los programas de ejercicios basados en ejercicio interválico de alta intensidad sumado a resistencia muscular en indicadores de composición corporal, y si tales cambios en la composición corporal se asocian con mejoras en la salud cerebral y cognitiva.

Las mediciones antropométricas se realizarán siguiendo el procedimiento estandarizado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (International Society for the Advancement of Kinanthropometry, ISAK)¹. Respecto a la evaluación con bioimpedancia, se seguirá un protocolo estandarizado para la valoración de la composición corporal. Por su parte, el DXA utiliza rayos X muy débiles para detectar la composición de cada pulgada cuadrada del cuerpo. El escáner está equipado con el software Encore que proporciona una representación altamente detallada del cuerpo. Además, para el proyecto Heart-Brain, la máquina DXA tendrá el software CoreScan que brinda la capacidad de cuantificar con precisión la grasa visceral. Estos resultados se interpretan y agregan para brindar no solo un porcentaje total de grasa corporal, sino también una visualización y análisis completos del tejido magro y densidad ósea. Adicionalmente, posterior al análisis de DXA, se realizará la medición de la tensión arterial en los participantes.

2. Material necesario

El material necesario debe ser preparado previo de la aplicación de cada una de las pruebas. Se detalla a continuación, el material para cada evaluación:

2.1. Evaluación antropométrica

- a. Hoja de registro de antropometría (Anexo 5.1)
- b. Bolígrafos
- c. Báscula (SECA 861, Hamburg, Germany; ver Figura 1A)
- d. Tallímetro y báscula (SECA 225, Hamburg, Germany; Figura 1A)
- e. Cinta métrica (Lufkin W606PM; Figura 1B) (lab de fisioterapia).
- f. Tensiómetro OMRON (gimnasio 1, armario 5, estantería 1 o laboratorio de fisioterapia).



Figura 1. Tallímetro, báscula y cinta métrica, ubicados en sala S2 del laboratorio multidisciplinar de entrenamiento y fisiología de la planta 1.

2.2. Evaluación de la composición corporal mediante bioimpedancia

- Analizador de composición corporal TANITA MC-980MA-N PLUS (Figura 2)



Figura 2. Equipo de bioimpedancia ubicado en sala S2 del laboratorio multidisciplinar de entrenamiento y fisiología de la planta 1.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

2.3. Evaluación de la composición corporal mediante DXA

- a. Absorciómetro de doble energía GE Lunar iDXA (Discovery Wi, Hologic, Inc., Bedford, MA, USA; Figura 3)
- b. Cubo de goma espuma (Figura 4B)
- c. Pirámide plástica de punta plana, con cinchas para fijar los pies (Figura 4C)
- d. Phantom de calibración (Figura 4D)
- e. Dos pantalones y sujetadores deportivos de talla media y grande



Figura 3. Absorciómetro de doble energía GE Lunar iDXA ubicado en la sala Rx1 del laboratorio multidisciplinar de entrenamiento y fisiología de la planta 1.

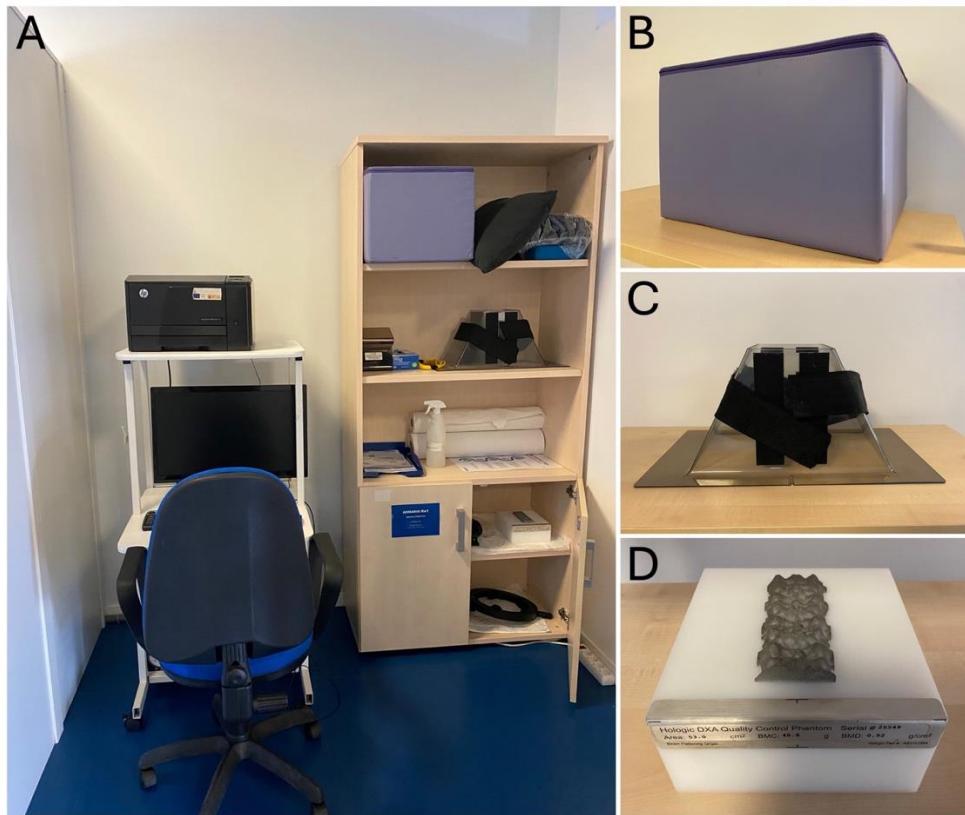


Figura 4. (A) Estante con materiales necesarios para la evaluación de DXA ubicado en la sala de acceso a la sala Rx1 del laboratorio multidisciplinar de entrenamiento y fisiología de la planta 1. (B) Cubo espuma. (C) Pirámide plástica con cinchags. (D) Phantom para calibración.

3. Protocolos de evaluaciones

Para realizar las mediciones antropométricas, evaluación de bioimpedancia y DXA es necesario seguir protocolos particulares, los cuales son detallados en esta sección.

3.1. Protocolo de evaluación antropométrica

Las mediciones se realizarán en un espacio amplio y climatizado. Además, se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Las variables antropométricas se medirán considerando 3 rondas consecutivas, siempre el mismo orden de evaluación:
 1. Peso
 2. Estatura
 3. Perímetro de cabeza
 4. Perímetro de cuello
 5. Perímetro de cintura
 6. Perímetro de cadera



- Cada variable será evaluada 3 veces en total, pero las mediciones se realizarán de forma no consecutiva, es decir, se completará la primera ronda con las seis variables, luego la segunda ronda con las mismas seis variables, y finalmente la tercera ronda.
- Las mediciones se anotarán en la hoja de antropometría (*Anexo.5.1.ANT_H*). Las medidas antropométricas deben realizarse siempre antes de proceder a hacer la prueba de bioimpedancia y DXA, ya que se necesitarán algunos de estos datos para ejecutar correctamente estas evaluaciones.
- El participante debe recibir un trato adecuado. **El investigador responsable de las mediciones debe mantener una distancia adecuada durante la medición e indicaciones.**
- Es recomendable tener un ayudante para registrar los resultados de las mediciones en la planilla mientras el evaluador realiza las mediciones.

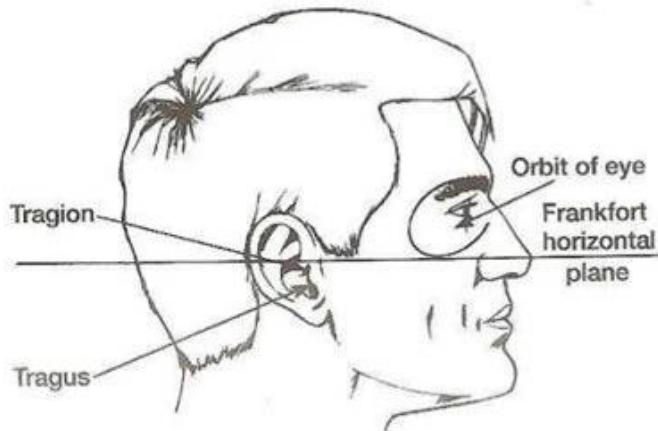
3.1.1. Peso

El peso también será medido tanto en la báscula como en el equipo de bioimpedancia (TANITA).

- El participante deberá vestir ropa cómoda y ligera.
- El participante debe quitarse los accesorios metálicos y electrónicos.
- El participante debe ponerse de pie sobre la báscula, descalzo, sin apoyarse en algún otro sitio y manteniendo la mirada al frente en todo momento.
- Se anotará la unidad completa que se aparezca en el marcador de la báscula, con una aproximación de 100 g. Por ejemplo, un resultado de 58 kg se registrará como 58.0.
- Importante recordar al participante que siempre que vaya a realizarse la medición del peso debe traer la misma ropa.

3.1.2. Estatura

- Se debe realizar con la misma ropa que en la evaluación anterior, sin calzado.
- El participante se colocará sobre la báscula que tiene el tallímetro incorporado, de espaldas a la misma.
- El evaluador posicionaría la cabeza del participante en el plano de Frankfort (ver Figura 5). Este plano se forma mediante una línea horizontal imaginaria que une el borde inferior de la órbita y el borde superior del meato auditivo externo. Los pies deben estar juntos, las rodillas estiradas, talones, nalgas y espalda en contacto con la pieza vertical del instrumento de medición.
- Los brazos permanecerán extendidos al costado del tronco con las palmas de las manos dirigidas hacia los muslos.
- La pieza horizontal y el instrumento móvil del tallímetro se bajarán hasta contactar con la cabeza del participante, presionando ligeramente el pelo.
- Se anotará la unidad completa más cercana que marque el tallímetro, con una aproximación de 1 mm. Por ejemplo, un resultado de 157.3 cm se registrará como 157.3.



Lee DR, Nieman CD. Nutritional Assessment. 2007;170 – 221.

Figura 5. Plano de Frankfort.

3.1.3. Perímetros

Para facilitar la manipulación de la cinta métrica para medir los perímetros, se debe utilizar la técnica de manos cruzadas. Esta técnica implica inicialmente manipular con la mano derecha el extremo de la cinta, mientras que se sostiene la caja con la mano izquierda. Luego, se estira el extremo de la cinta con la mano derecha alrededor de la zona a medir (por ejemplo, cintura). Una vez el extremo de la cinta queda sobre la caja, el evaluador debe emplear la técnica de manos cruzadas, lo que implica controlar el extremo de la cinta con la mano izquierda y la caja con la mano derecha, posicionando la cinta en el nivel adecuado.

- Para la lectura de la cinta, se debe alinear el punto cero con la escala superior (ver Figura 6).
- La cinta tiene una graduación de 0.1 cm. De esta manera, la medición se registrará con 1 decimal (por ejemplo: 32.1 cm).
- Se procederá a tomar **tres medidas** no consecutivas de los perímetros de cabeza, cuello, cintura y cadera. Posteriormente, se calculará la media de cada variable.

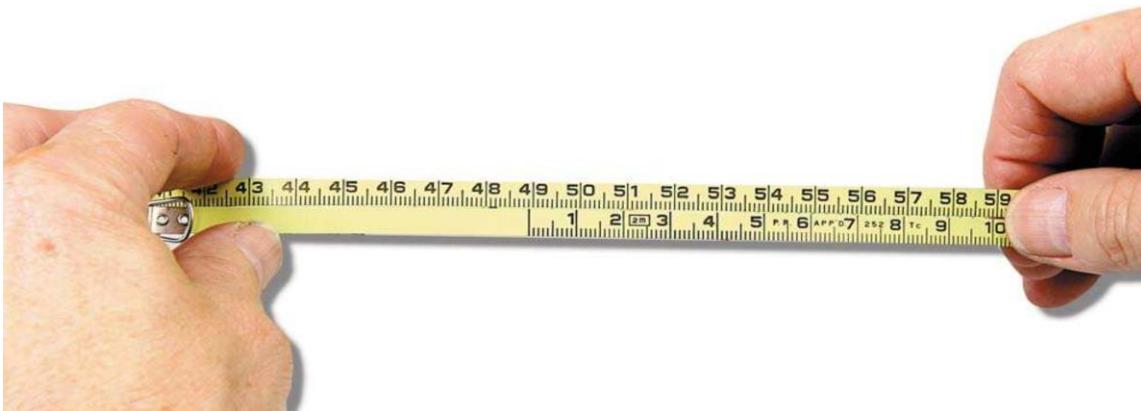


Figura 6. Correcta manipulación para la lectura de la cinta (en el ejemplo la lectura es 48.9 cm)



3.1.3.1 Perímetro de la cabeza

- El perímetro de la cabeza se obtiene justo sobre de la glabela, perpendicular al eje longitudinal de la cabeza (ver Figura 7).
- El sujeto debe estar sentado o de pie, relajado, con los brazos colgando al costado del cuerpo y la cabeza en el plano de Frankfort (Figura 5).
- La cinta se debe apretar y ajustar para que comprima el cabello. Si es necesario, se pueden usar los dedos medios a ambos lados de la cabeza para evitar que la cinta se deslice.
- Excluir las orejas y asegurarse de que no haya hebillas, clips, u objetos similares en el cabello durante la medición.



Figura 7. Perímetro de la cabeza. Fuente imagen: International Society for Advancement of Kinanthropometry, Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, De Ridder H. International standards for anthropometric assessment:(2011). International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2011.

3.1.3.2 Perímetro de cuello

- Este perímetro se realiza inmediatamente superior al cartílago tiroides, perpendicular al eje vertical del cuello (ver Figura 8).
- El sujeto debe estar sentado o de pie, con los brazos relajados a ambos lados del cuerpo y la cabeza en el plano de Frankfort.
- La cinta no debe ser apretada con firmeza, ya que el tejido del cuello tiene una alta compresibilidad.



Figura 8. Perímetro de cuello. Fuente imagen: International Society for Advancement of Kinanthropometry, Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, De Ridder H. International standards for anthropometric assessment:(2011). International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2011.

3.1.3.3 *Perímetro de cintura*

- El perímetro de cintura debe ser medido en el punto más estrecho, entre el borde lateral del arco costal y la parte superior de la cresta ilíaca, perpendicular al eje vertical del tronco (ver Figura 9).
- El sujeto debe estar de pie, relajado, con los brazos cruzados, apoyando las manos en sus hombros. La zona abdominal debe estar descubierta, por lo que el sujeto debe levantar previamente su camiseta, en caso de ser necesario.
- Para asegurar la precisión en esta medición, el antropometrista se debe posicionar al frente o a un costado del sujeto. La mano derecha debe tener el extremo de la cinta, mientras que la mano izquierda la caja. Luego, mientras que con la mano izquierda se ajusta la posición de la cinta en la espalda, considerando en el punto más angosto de la cintura. Cuando el extremo de la cinta llega a la zona anterior del abdominal, el evaluador debe emplear la técnica de manos cruzadas, lo que implica controlar el extremo de la cinta con la mano izquierda y la caja, con la mano derecha, posicionando la cinta en el nivel adecuado. El sujeto debe respirar con normalidad y la medición se toma al final de una espiración normal. Si no existe una cintura mínima evidente, la medida se tomará en el punto medio entre el borde lateral costal inferior (10^a costilla) y la cresta ilíaca.



Figura 9. Perímetro de cintura. Fuente imagen: International Society for Advancement of Kinanthropometry, Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, De Ridder H. International standards for anthropometric assessment:(2011). International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2011.

3.1.3.4 *Perímetro de caderas*

- El perímetro de caderas se realiza a nivel de la máxima prominencia glútea posterior, perpendicular al eje vertical del tronco (ver Figura 10).
- El sujeto debe estar en una posición bípeda relajada, con los brazos cruzados apoyando las manos en los hombros, y los pies juntos.
- El evaluador debe ubicarse en el lado derecho del participante, para así tener una visión lateral y frontal de la zona a medir.



Figura 10. Perímetro de caderas. Fuente imagen: International Society for Advancement of Kinanthropometry, Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, De Ridder H. International standards for anthropometric assessment:(2011). International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2011.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

3.2. Protocolo de evaluación con bioimpedancia eléctrica

3.2.1. Características técnicas del equipo

La máquina TANITA MC-980MA-N PLUS (Figura 2) se usa para medir la composición corporal segmental en pocos segundos. Tiene 8 electrodos en brazos, piernas y tronco, y balanza de precisión incorporada. Así, el equipo puede obtener distintas variables de composición corporal, por ejemplo, peso corporal, masa grasa, masa magra, masa muscular, y masa ósea, entre otras.

La bioimpedancia eléctrica se utilizará para medir el peso y la composición corporal de los participantes del proyecto HEART-BRAIN. Esta evaluación se llevará a cabo después de realizar las mediciones antropométricas y antes de realizar la exploración con la máquina DXA.

3.2.2. Encendido del equipo y registro del participante

- Antes de empezar con la medición, se debe encender la máquina TANITA. Asegurarse de que el enchufe está conectado a la electricidad. Una vez que la máquina está conectada, encenderla con el interruptor que está debajo de la máquina, en la parte posterior (ver Figura 11).



Figura 11. Parte posterior de la base del equipo de bioimpedancia, destacando el botón de encendido.

- Una vez el equipo se encienda, la pantalla de la bioimpedancia mostrará el menú principal (Figura 12).
- Encender el ordenador que está en costado de equipo de bioimpedancia (Figura 13). Iniciar sesión con el respectivo usuario y contraseña.



Figura 12. Pantalla del equipo de bioimpedancia con el menú principal.



Figura 13. Ordenador, ubicado a un costado del equipo de bioimpedancia en la sala S2.

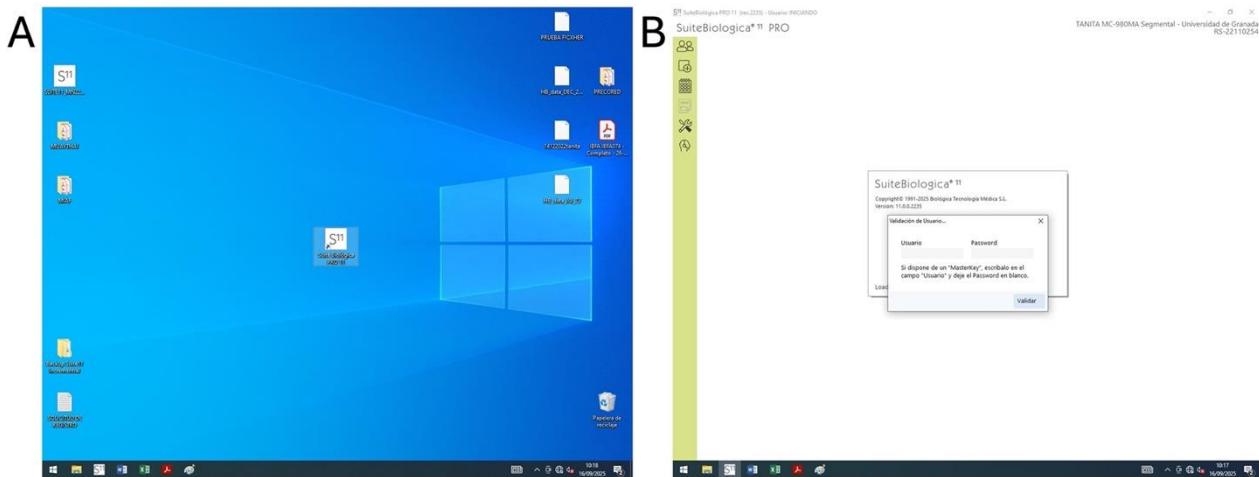


Figura 14. (A) Escritorio del ordenador destacando el ícono del software de bioimpedancia. (B) Pantalla de inicio del software Suite Biológica PRO 11.

- Una vez se observe el escritorio del ordenador, hacer doble clic en el ícono del software “**Suite Biológica PRO 11**” (Figura 14A). Se abrirá la pantalla inicial del software (Figura 14B), en donde se deben agregar las credenciales.
- **Añadir a un nuevo participante.** En el panel de la izquierda, hacer clic en el ícono “**Añadir**” representado por un recuadro y el símbolo +, y luego en “**Nuevo Paciente**”. Se abrirá una ventana para ingresar los datos del participante (Figura 15).
- La información que debe agregarse del nuevo paciente es la siguiente:
 1. **Nombre:** HB, seguido del ID del participante y el tiempo de la evaluación (1: pre; 3: post) siguiendo el formato “HB ID _tiempo”. Por ejemplo, “**HB 701_3**”.
 2. **Apellido:** ID del participante y el tiempo de la evaluación. Por ejemplo, “**701_3**”.
 3. **Sexo:** Seleccionar el que corresponda.
 4. **Fecha de nacimiento:** formato dd/MM/yyyy.
 5. **Edad:** se completa automáticamente con la fecha de nacimiento (corroborar que la fecha del ordenador sea correcta)
 6. **Altura:** en centímetros. Por ejemplo 172.
- Una vez agregada la información del nuevo participante, haz clic en “**Guardar**”.

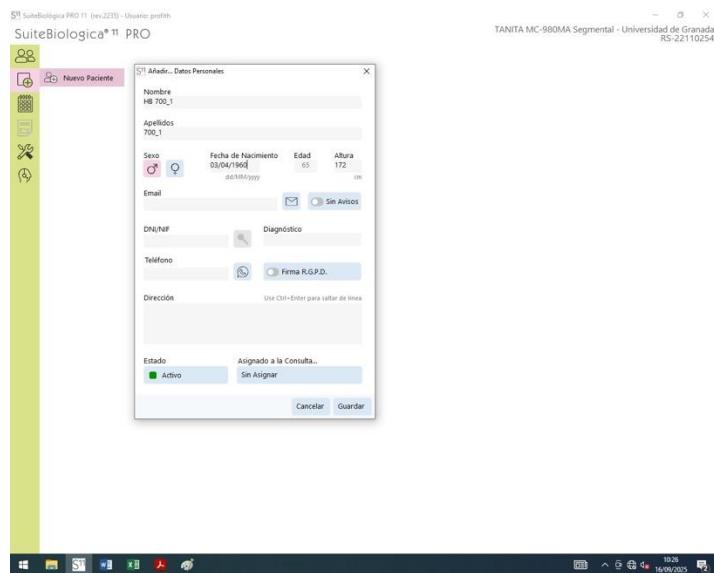


Figura 15. Añadir a nuevo paciente en el software Suite Biológica PRO 11.

- **Realizar evaluación de composición corporal.**

1. En el panel de la izquierda, seleccionar el ícono “**Añadir**”, y luego “**Composición corporal por BIA**”. Se abrirá una ventana con los datos del participante (Figura 16A), y hacer clic en “**Conectar...**”.
2. El ordenador realizará la conexión con el equipo TANITA, por lo que si se establece correctamente aparecerá un mensaje en color verde (Figura 16B):
 - ✓ **Se encontró un TANITA “MC-980” en el Puerto COM3.**
 - ✓ **Enviando datos al equipo... PC Mode.**
3. En este momento, la pantalla del equipo de bioimpedancia mostrará una imagen, solicitando que el participante se suba a la balanza con los pies descalzos (Figura 16C).
(!) Sin embargo, debemos esperar que en el recuadro del peso aparezca la palabra “**Stabilized**” (Figura 16C).



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Figura 16. (A) Ventana para conectar el ordenador con dispositivo de bioimpedancia. (B) Ventana con resultado de conexión establecida. (C) Pantalla del equipo TANITA, mostrando estabilización de la balanza, por lo que el participante puede subirse a la báscula para ser evaluado.

4. Ahora, el participante debe subir a la báscula, para medir el peso. Debe apoyar los talones y antepié en los respectivos electrodos (como muestra la imagen de la Figura 16B). Debe permanecer lo más quieto posible.
 - (!) Considerar que el participante **no lleve objetos de metal** (pendientes, reloj, móvil, etc.).
 - (!) Si lleva alguna placa metálica, apuntarlo en el comentario de la hoja de antropometría.
 - (!) El participante tiene que estar **completamente descalzo** y no puede estar mojado.
5. Luego de un par de segundos, en la pantalla se indicará que el participante sujeté las agarraderas (asas), que están al costado del equipo de bioimpedancia (Figura 17). De esta forma, **se le pedirá al participante sujetar las agarraderas, y posicione sus brazos extendidos al costado del cuerpo, dejando un leve espacio entre el tronco y los brazos**. Los pies deben seguir en la posición que estaban previamente durante la medición del peso.



6. Ahora, el equipo de bioimpedancia comenzará a medir, durante unos 30-60 segundos, la composición corporal. Una vez finalizada la evaluación, la pantalla solicitará colocar de vuelta en su lugar las agarraderas al equipo.



Figura 17. Indicación del equipo de bioimpedancia de sujetar las agarraderas.

- **Resultados de composición corporal.** Una vez finalizada la evaluación, en el ordenador aparecerá el detalle con los resultados (Figura 18). Extraer los valores de las siguientes variables:
 1. **MG** (masa grasa)
 2. **MM** (masa muscular)



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

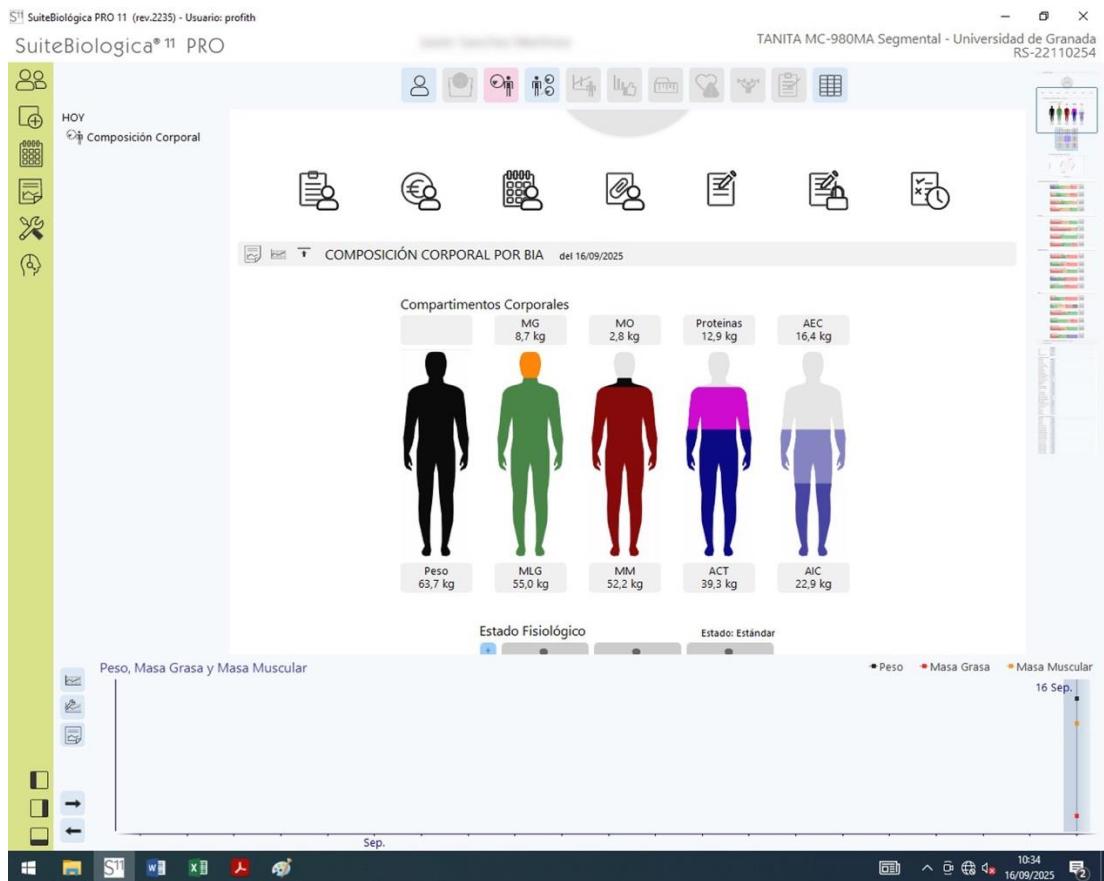


Figura 18. Resultados de la evaluación de composición corporal mediante bioimpedancia.



3.3. Protocolo de evaluación con DXA

3.3.1. Protocolo de calibración DXA

1. Antes de utilizar el equipo de densitometría, se debe realizar la calibración del aparato. Se debe **encender el interruptor del DXA**, cambiando de posición de apagado (O) a encendido (I) el interruptor negro situado en el extremo izquierdo inferior del equipo (Figura 19). **El encendido del equipo debe realizarse 30 MINUTOS ANTES DE SU USO.** Contabilizar el tiempo exacto desde que se enciende, ya que, de no cumplirse el tiempo de calentamiento, no funcionará el sistema.

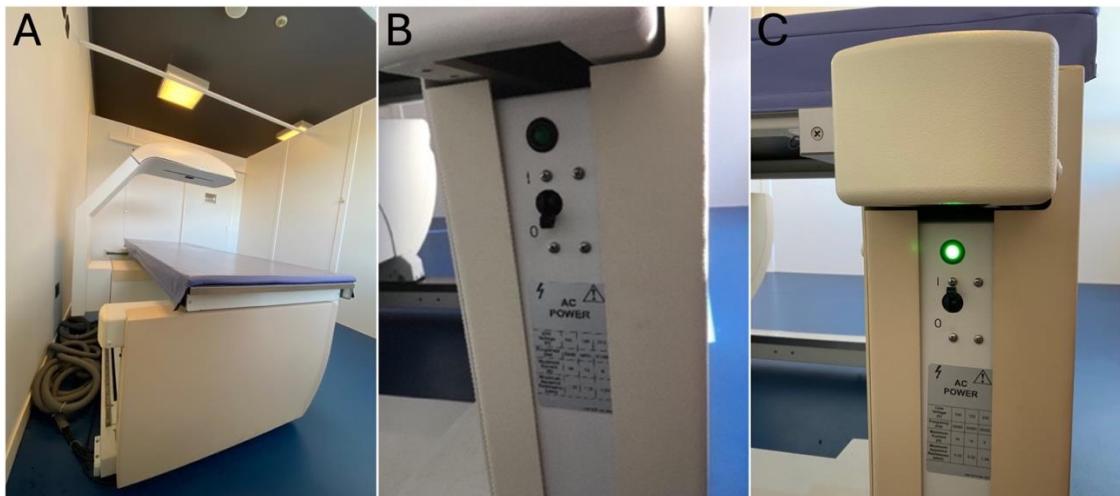


Figura 19. Localización del interruptor de encendido del DXA. (A) Vista del extremo inferior izquierdo del equipo. (B) Interruptor en la posición de apagado. (C) Interruptor en la posición de encendido.

(!) En ocasiones pueden saltar los plomos. En estos casos, habrá que levantar el piloto automático manualmente (ir al cuadro situado al lado de la puerta de entrada al laboratorio multidisciplinar de entrenamiento y fisiología de la planta 1). En caso de duda, consulte al responsable del laboratorio.

2. **Transcurridos 30 minutos del calentamiento del DXA, pulse el botón verde (Power) de la camilla, ubicado en la tabla de control del DXA (Figura 20).**



Figura 20. Botón verde de encendido (Power) del DXA.

3. Luego, encienda el ordenador y seleccione el usuario QDR. Debido a las normas de uso del DXA, las credenciales las debe ingresar un **operador certificado**. Posteriormente, el



software APEX se abrirá automáticamente; de no abrirse, hacer clic en el ícono con el símbolo del DXA (Figura 21A).

4. Una vez abierto el software APEX, aparecerá la pantalla de inicio con diferentes opciones (Figura 21B). En el software, parpadeará la opción “**Control de calidad**”, la cual debe seleccionarse para comenzar la calibración del equipo, realizando el **control de calidad automático**. Si el dispositivo ha sido calibrado previamente en el mismo día, no será necesaria su calibración.

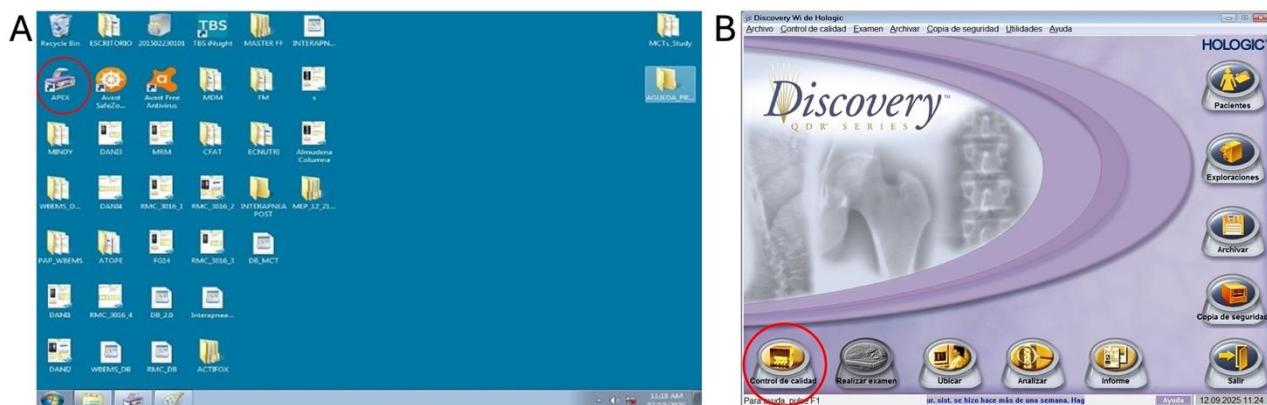


Figura 21. (A) Pantalla de escritorio del ordenador del DXA, destacando con un círculo rojo el ícono del software APEX. (B) Pantalla de inicio del software APEX, destacando la opción *Control de calidad*.

5. Luego se seleccionar *Control de calidad*, se debe realizar la calibración con el Phantom (Figura 4D). El Phantom se debe ubicar de forma correcta sobre la camilla (ver Figura 22A), **alineando la cruz generada por láser con las marcas establecidas en el Phantom** (ver Figura 22B).
 6. Una vez ubicado correctamente el Phantom (Figura 22B), se debe iniciar el proceso de calibración **haciendo clic sobre la opción “Control de calidad”** en el software (2 a 3 minutos de duración). En caso de un mal alineamiento del Phantom con la marca de referencia, el software mostrará un mensaje solicitando ajustar la posición del Phantom.
- (!) IMPORTANTE: El evaluador debe salir de la sala del DXA y cerrar la puerta durante la calibración** para evitar la exposición a la radiación.

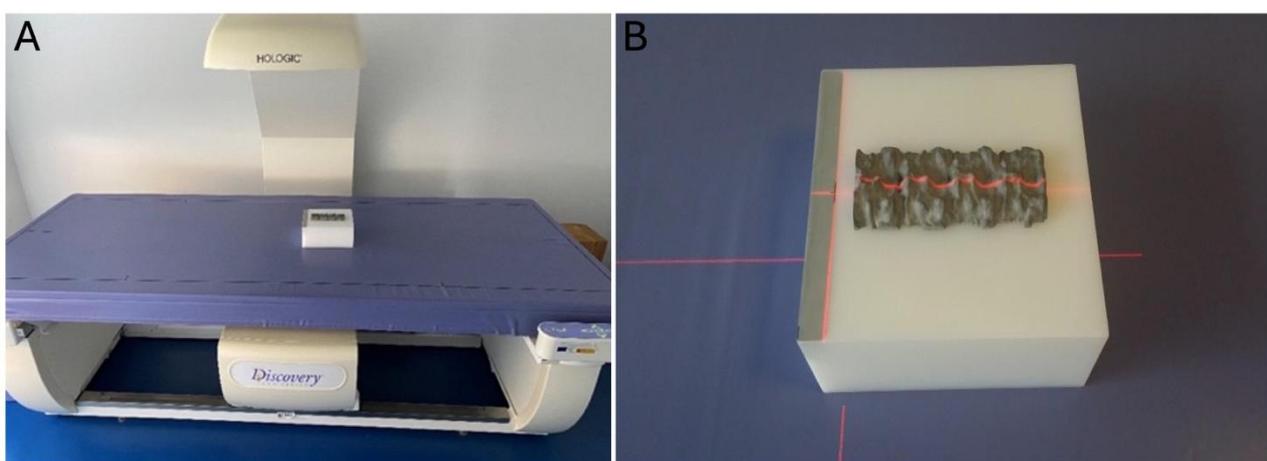




Figura 22. Ubicación del Phantom para la calibración del equipo DXA. (A) Posición respectivo a la camilla. (B) Alineamiento del Phantom con la cruz de referencia del láser.

7. Posteriormente, aparecerá el mensaje de “CONFIGURACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DIARIO” (Figura 23A). Se debe hacer clic en “Continuar”. Si el DXA se calibra correctamente, aparecerá una ventana emergente (Figura B), por lo que pulse el botón “Aceptar” (automáticamente, se producirá la correcta calibración y colocación de la camilla). Al finalizar la calibración dejará de parpadear la opción “Control de calidad”.

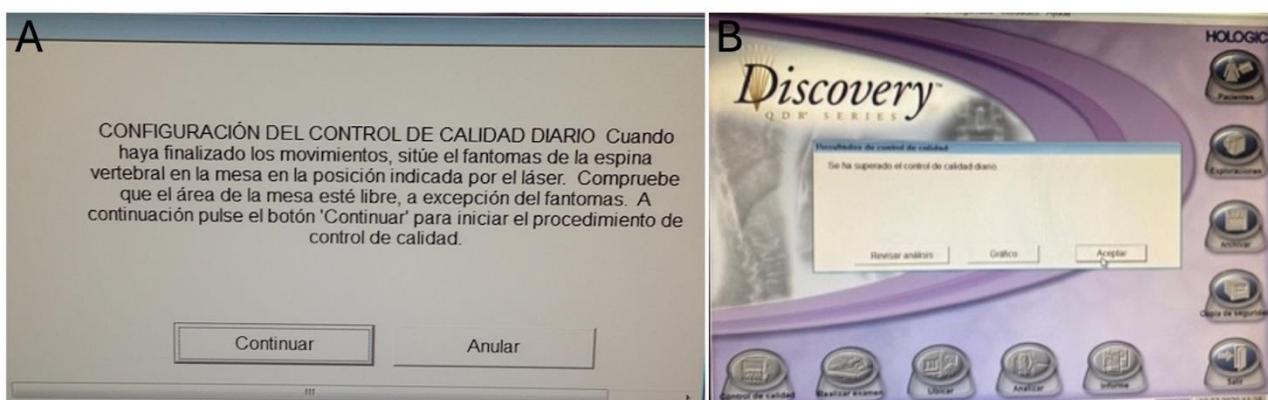


Figura 23. Ventanas emergentes de software luego de iniciar la calibración.

(!) IMPORTANTE: Se pueden realizar hasta un máximo de 3 calibraciones. En caso de que no se consiga calibrar tras estos 3 intentos, será necesario ponerse en contacto con la empresa del equipo. Además, si el DXA lleva un tiempo sin usarse (por ejemplo, una semana), es posible que solicite un control de calidad adicional tras el control diario. En tal caso, aparecerá un aviso alertando de aquello, y habrá que pulsar el botón “Continuar” (durante este escáner la camilla se desplazará en todas las direcciones).

(!) IMPORTANTE: En caso de que apareciera un mensaje de error (ver Figura 24A), movilice el brazo del equipo DXA de forma manual, pulsando una sola vez al botón “Center” (Figura 24B).

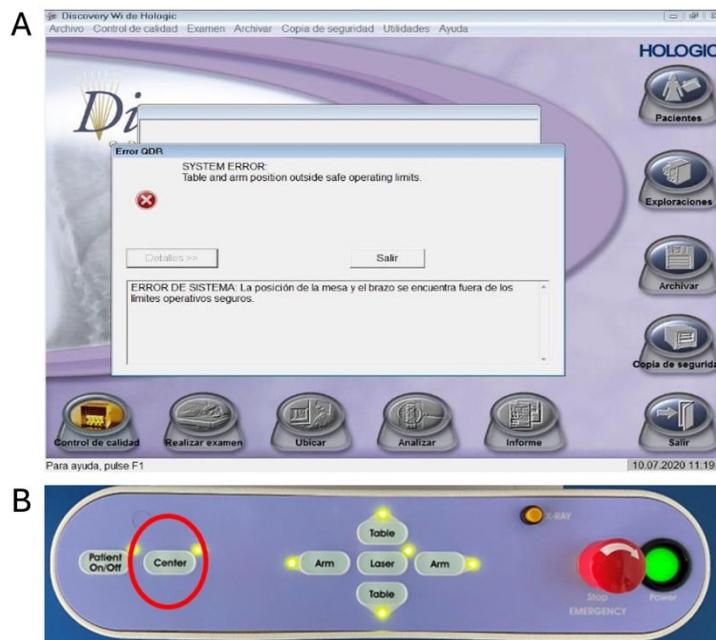


Figura 24. (A) Ventana emergente con mensaje de error. (B) Panel de control del equipo DXA, destacando el botón “Center”.

3.3.2. Protocolo de evaluación con DXA posterior a calibración

3.3.2.1 Indicaciones previas

- Situar las mamparas correctamente para que no se vea nada desde el exterior.
- Pedir al participante que se ponga ropa ligera (camiseta y sujetador deportivo, pantalón deportivo) y esté descalzo.
- Recordarle que deberá quitarse cualquier tipo de objeto metálico o electrónico (anillos, pendientes, collares, piercings, reloj, etc.) que tenga en ese momento. En caso de que la ropa contenga cualquier elemento metálico, se le facilitará una camiseta o pantalón deportivo para la evaluación.
- (!) Si tiene prótesis, debe indicarse como comentario en la evaluación para que en la siguiente evaluación se realice de la misma forma.
- Mencionar al participante que “*no sentirá nada durante el escáner*” (por ejemplo, no sentirá dolor) y recordarle que deberá quedarse lo más quieto posible y no hablar.

3.3.2.2 Ingreso de datos

- (!) El participante se debe registrar en el software APEX. Para ello, hacer clic en “Realizar examen” y “Paciente nuevo” (Figura 25).



Figura 25. Indicaciones en el software APEX para realizar un examen DXA a un participante.

- Luego, llenar los datos del participante siguiendo la estructura aplicada en la Tabla 1 y aplicarla en la ventana Paciente del software (Figura 26). Posteriormente, hacer clic en “Aceptar”. En el caso del peso y la estatura, introducir la media de los 3 valores medidos previamente con el protocolo de antropometría.
- Si se trata de evaluación POST (número de sesión = 3), buscar el nombre del participante (ID), cargar la ficha y modificar los datos de **ID del paciente** (*id_númerosesión*; por ejemplo, 701_3), **peso** y **estatura**.

Tabla 1. Formato de ingreso de participante nuevo en el software para evaluación DXA

Apellidos	HB_DXA
Nombre	ID del participante
Sexo	hombre/mujer
Fecha nacimiento	mes/día/año
ID del paciente	“ID + _ + time-point” (ej:101_1 [pre]; 101_6 [post])
Identificador 2	HB
Médico remitente	Esteban-Cornejo
Edad menopausia	ingresar, si corresponde
Peso *	en kg, separado por un punto (ej: 63.4)
Talla *	en cm, separado por un punto (ej: 173.4)



Figura 26. Ejemplo de ingreso de datos en la ventana “Paciente” del software.

- Luego de crear al nuevo paciente, aparecerá la ventana “Fichero de paciente”. Aquí, se debe seleccionar el participante a evaluar, haciendo **doble clic en su nombre** (Figura 27A). Aparecerá una ventana llamada “Confirmación del paciente” (Figura 27B). Esta ventana se debe dejar tal como se muestra en la imagen (Figura 27B). Posteriormente, hacer clic en “Aceptar”.

Figura 27. (A) Selección del participante en el fichero. (B) Confirmación del paciente, agregando información de su historial.

3.3.2.3 Escáner de cuerpo completo

- Luego del paso anterior, aparece una ventana emergente (Figura 28). Seleccione “Nueva exploración”.

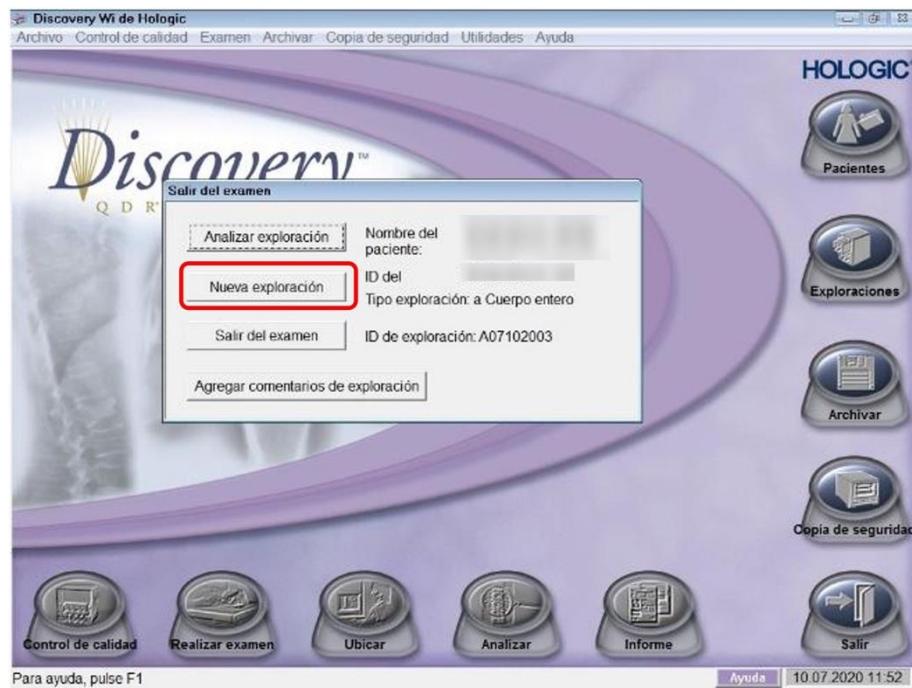


Figura 28. Ventana emergente para iniciar una nueva medición.

2. Luego, seleccione la exploración a realizar, en este caso “**Cuerpo entero**”, y haga clic en “**Siguiente**” (Figura 29A). Aparecerá la ventana “Parámetros de exploración” (Figura 29B), en donde no se debe seleccionar aún ninguna opción aún. En este momento, el evaluador debe posicionar al participante en la camilla.

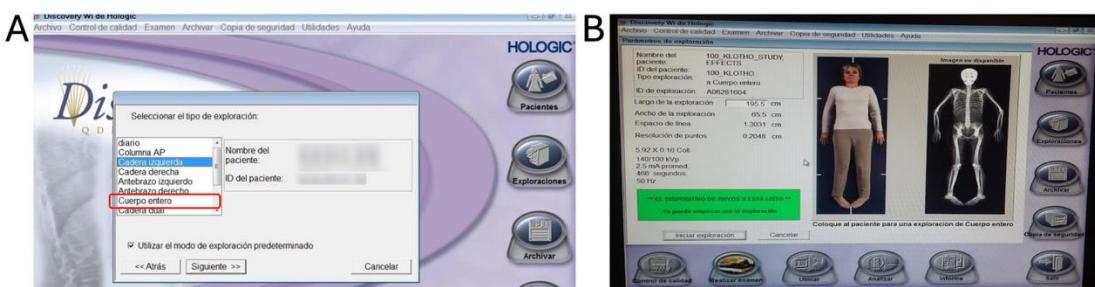


Figura 29. (A) Selección de la prueba (cuerpo entero). (B) Ventana “Parámetros de exploración”

3. **Colocación del participante en la camilla:** Se deben seguir las siguientes indicaciones para posicionar al participante en la camilla:
 - El participante se debe subir a la camilla y se ubicarse en posición decúbito-supino (“*túmbese mirando hacia el techo*”) (Figura 30).
 - El participante debe ubicarse dentro de los límites establecidos en la camilla.
 - Las palmas de las manos deben apoyarse sobre la camilla. Asegurarse de que las **manos nunca quedan colocadas por debajo de las piernas**. En caso de que las manos del participante no entraran bien en el rectángulo delimitador, ubicarlas en posición perpendicular a la camilla.



- Mantener juntos los dedos de los manos, con una ligera separación entre ellos.
 - Tratar de juntar los “dedos gordos” de los pies con rotación interna de rodilla.
 - En caso de que el participante no fuera capaz de mantener ambos pies juntos, colocar una banda elástica (cincha) que le ayude a conseguirlo.
 - En caso de que el participante no entre en la camilla, dejar uno de los brazos del participante fuera de la camilla, de tal forma que su cuerpo quede lo más ajustadamente posible al límite lateral (y por lo tanto la mayor porción posible del brazo fuera), pero sin salir ninguna otra parte de su cuerpo de la camilla.
- (!) Posteriormente, habrá que hacer un análisis diferente para este participante (quitando toda la parte del brazo restante que ha sido incluida).*

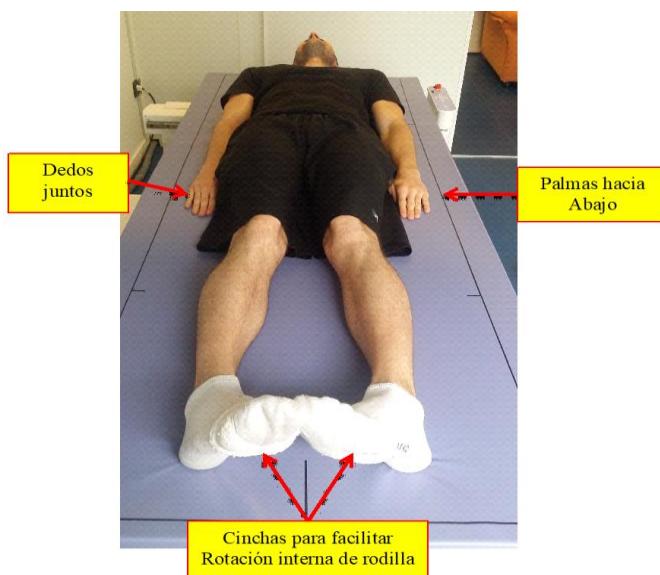


Figura 30. Posición del participante en la camilla para la exploración de cuerpo entero en el DXA.

4. Indicaciones previas al participante antes de comenzar la exploración:

- “Mantener los ojos cerrados”
 - “No moverse”
 - “Estar relajado”
 - “Se le avisará en cuanto termine la exploración, en unos 7 minutos aproximadamente”
5. El evaluador, una vez asegurado de la correcta posición del participante, saldrá de la sala para prevenir la exposición a la radiación.
 6. Inicio de la exploración. En la ventana “Parámetros de exploración”, hacer clic en “Iniciar exploración” (Figura 31A). Al iniciar la exploración, y durante la misma, aparecerá la imagen de la Figura 31B.

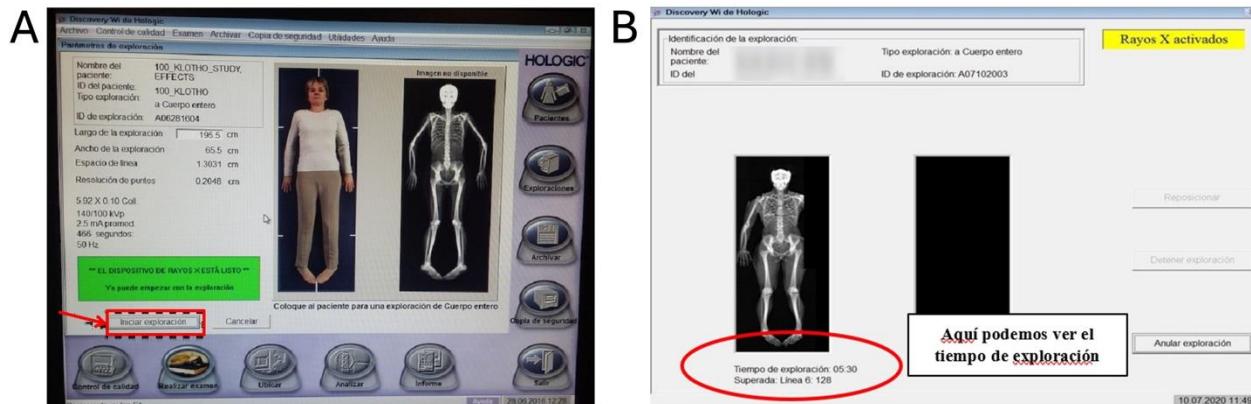


Figura 31. (A) Inicio de la exploración de cuerpo completo. (B) Pantalla con información en tiempo real de la evaluación.

7. **Fin de la exploración.** Emergerá una ventana automáticamente, en donde se debe hacer clic en “**Analizar exploración**” (Figura 32A), luego en “**Siguiente**” (Figura 32B).

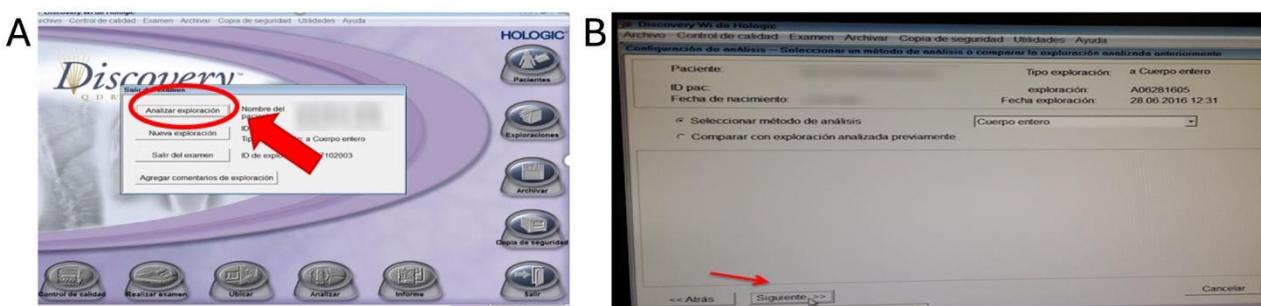


Figura 32. Ventana emergente al finalizar la exploración.

8. Ahora, aparecerá una ventana con las diferentes pestañas de resultados (Figura 33A). **Seleccionar en los 5 botones** de la esquina superior izquierda (Figura 33A-1) y **comprobar** que la imagen se ha escaneado de **forma correcta** (Figura 33A-2) y **no exista algún artefacto** (por ejemplo, **cualquier objeto metálico que el participante haya olvidado quitarse**). Si está todo en orden, pulsar “**Cerrar**” (Figura 33A-3).

(!)En caso de que se encuentre un objeto metálico que pueda ser retirado, se debe repetir la prueba. Sin embargo, si este objeto no puede retirarse, se debe registrar en la sección de comentarios (Figura 33B).

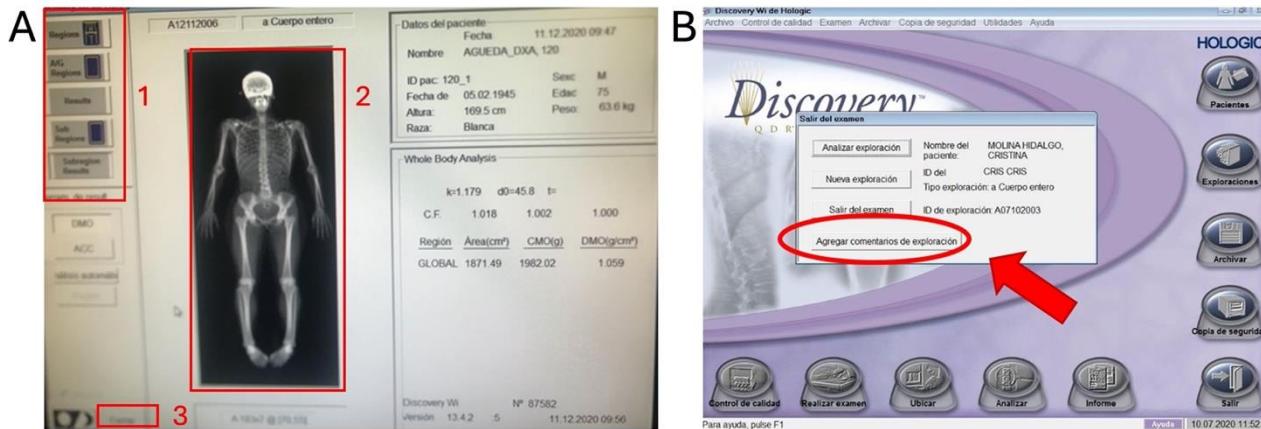


Figura 33. (A) Pantalla con el resultado de la medición de cuerpo completo. (B) Opción de agregar comentario en caso de ser necesario.

9. En este momento, el evaluador debe entrar a la sala de DXA para informar al participante de que ya puede incorporarse en la camilla (sin levantarse de ella) para escuchar las indicaciones de la siguiente prueba. Una vez hecho esto, se debe continuar con el siguiente análisis.

3.3.2.4 Escáner de cadera no dominante

Luego del paso anterior en el software (Figura 33A), seleccione “Nueva exploración”.

1. Ahora, se realizará **el escáner de la cadera no dominante** (por ejemplo, supongamos que es la cadera izquierda), y para ello (ver Figura 34):
 - a. Seleccione “Nueva exploración” (Figura 34A) y seleccione el mismo participante.
 - b. En la pantalla de Confirmación del paciente, pulse “Aceptar” (Figura 34B).
 - c. En la pantalla de selección de exploración, seleccione **Cadera izquierda**, y haga clic en siguiente (Figura 34C).

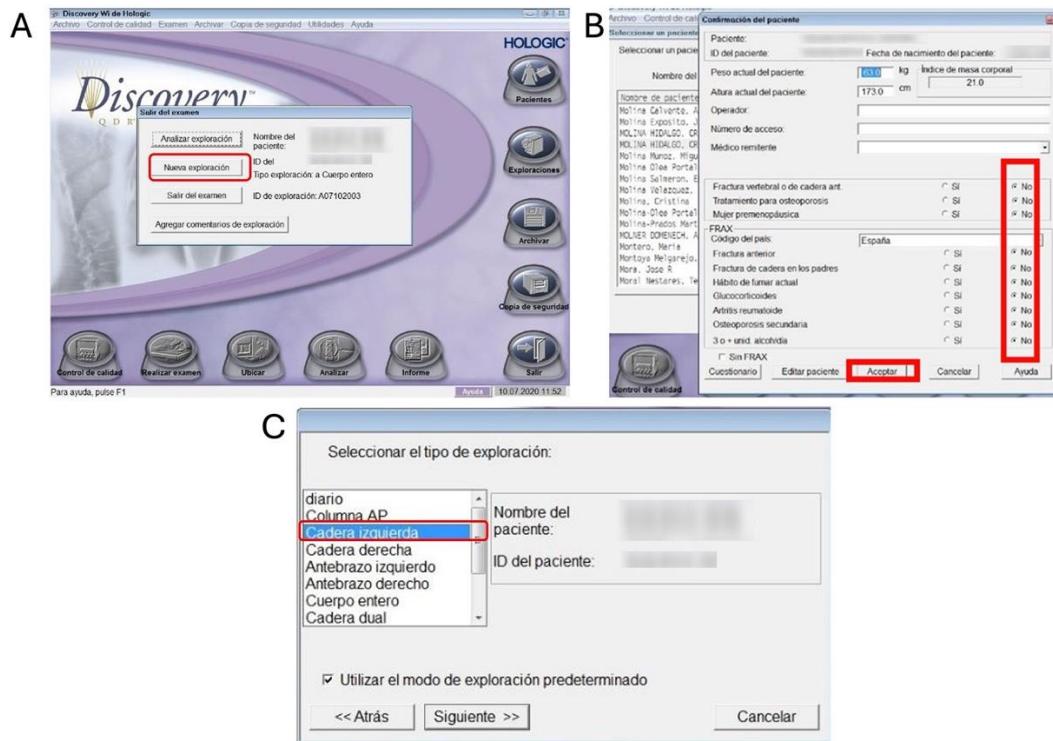


Figura 34. Pasos para realizar la evaluación de la cadera no dominante.

2. A continuación, aparecerá la ventana Parámetros de exploración. Verificar los datos del participante y entrar en la sala del DXA para **posicionar al participante como se observa en la imagen de la pantalla** (Figura 35A).

(!) IMPORTANTE. Posicionar al participante adecuadamente para obtener una correcta visión de la cabeza del fémur.

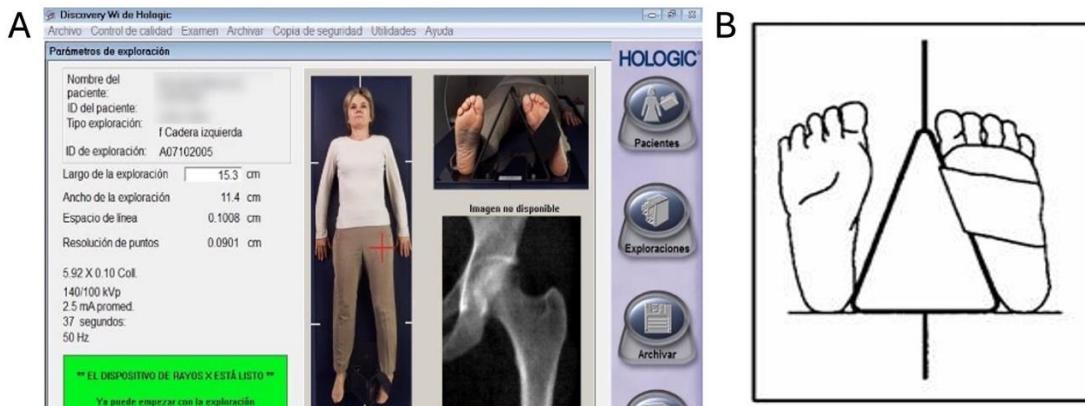


Figura 35. Posición del participante para evaluación de cadera no dominante. (A) Indicaciones de la pantalla para evaluar la cadera izquierda. (B) Posición del pie no dominante en el prisma triangular.

3. Colocación del participante:

- Para ello, solicitar al participante **que continúe acostado/a sin moverse, con las piernas extendidas sobre la mesa**, como en el escáner de cuerpo entero. El participante deberá **estar tumbado en posición supina**, relajado y con los



brazos extendidos a ambos lados de su cuerpo. **Asegurarse de que el cuerpo y la cabeza están centrados en la mesa**, y que la región de la cadera entra dentro de las marcas de seguridad sin que sobrepase en ninguno de los lados.

- b. Situar el prisma triangular del DXA (Figura 4C) entremedio de los pies del participante, como muestra la Figura 35B. Alinear con la línea central del participante.
- c. Mover el “*brazo del DXA*”, pulsando los botones “*Arm*” y “*Table*” (Figura 36B), hasta que la cruz de láser quede justo por debajo del límite púbico, y alineado con la zona de la cabeza del fémur izquierdo (Figura 36A).

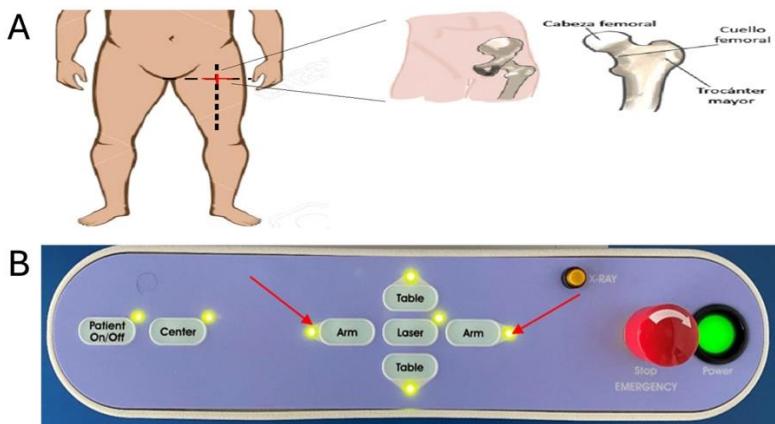


Figura 36. (A) Consideraciones anatómicas para ubicar la cruz del láser para evaluar la cadera no dominante. (B) Panel de control de la posición de la camilla.

- d. **Rotar internamente la cadera no dominante del participante** (izquierda en el ejemplo), de tal forma que el pie del participante pueda estar situado contra el objeto en forma de prisma (Figura 35B), usando una **cinta elástica** (cincha) para fijar la posición del pie.

(!) Asegurarse de rotar la cadera izquierda completamente, y no solamente la parte inferior de la misma, con cuidado de no mover el cuerpo del participante.

4. Dar las siguientes premisas al participante antes de comenzar la exploración:
 - a. “Mantener los ojos cerrados”
 - b. “No moverse”
 - c. “Estar relajado”
 - d. “Se le avisará en cuanto termine la exploración, en 1 minuto aproximadamente.”
5. El evaluador, una vez asegurado de la correcta posición del participante, saldrá de la sala para prevenir la exposición a la radiación.
6. **Inicio de la exploración:** Hacer clic en “**Iniciar exploración**” de la ventana *Parámetros de exploración*. Al iniciar la exploración, y durante la misma, aparecerá la imagen de la Figura 31B para vigilar que el proceso esté correcto.



7. Se considerará como correcta, toda imagen en la que se adquiera la cabeza y cuello femoral completamente, así como aproximadamente 3 pulgadas de su eje vertical hacia abajo, al mismo tiempo que se puede observar tejido blando al lado del trocánter mayor (Figura 37).



Figura 37. Imagen incorrecta versus correcta de escáner cadera.

8. En caso de que hubiera algún tipo de fallo o no se hubiese elegido correctamente la zona de escáner, pulse el botón “**Reposicionar escáner**” para detener el escáner:
 - a. A continuación, cuando el **extremo del trocánter mayor** pueda ser identificado, **vuelva a pulsar “Reposicionar escáner”** para corregir la posición del escáner. Reposite la imagen para asegurar que la cabeza y cuello femoral se cubren completamente, así como aproximadamente 3 pulgadas de su eje vertical hacia abajo (Figura 38).

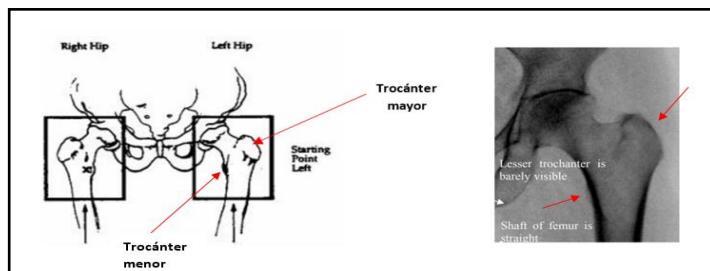


Figura 38. Ejemplo de referencia para colocación del escáner de cadera

(!) Si el escáner revela que el participante tiene un reemplazo de cadera (prótesis) o una clavija, proceder con la cadera contraria, si es posible. Especificar todo cuidadosamente en la planilla de registro.

- b. Una vez reposicionado el escáner, el nuevo punto de comienzo aparecerá automáticamente ajustado para llevar a cabo el escáner de forma adecuada. Pulse “**Reiniciar escáner**” para volver a la pantalla de parámetros de escáner.



- c. Pulse “**Empezar escáner**” para repetir el proceso de escáner.
- d. **Ahora, el escáner empezará desde el punto de comienzo corregido.** Habrá que repetir este proceso hasta que la localización anatómica sea aceptable, y entonces, pulsar “**Finalizar**”. Cuando el escáner se haya realizado correctamente, se podrá visualizar claramente el trocánter mayor, pero el menor apenas será visible.
- (!) Procurar identificar correctamente la posición anatómica con el menor número de intentos, para reducir la exposición a radiación en el participante.*
9. **Fin de la exploración.** Aparecerá una ventana automáticamente, y hacer clic en “**Analizar exploración**” y “**Siguiente**” (Figura 32).
10. Aparecerá una ventana con las diferentes pestañas de resultados. **Comprobar que la imagen se ha adquirido correctamente** (Figura 39A) y no hay **ningún artefacto (por ejemplo, cualquier objeto metálico que el participante haya olvidado quitarse)**. Agregar comentarios en caso de ser necesario (Figura 39B).

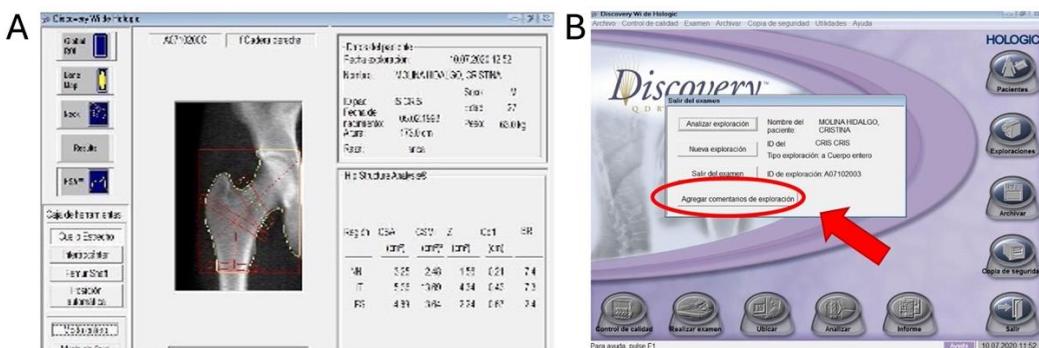


Figura 39. (A) Ejemplo de correcta adquisición de cadera. (B) Opción para agregar comentarios.

11. Ahora, el evaluador debe ingresar a la sala del DXA para retirar el prisma. El participante puede incorporarse de la camilla y prepararse para la siguiente evaluación.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

3.4. Protocolo de evaluación de la presión arterial

Para realizar esta evaluación, el participante debe estar sentado en una silla con respaldo, con la espalda apoyada. El brazo y codo del miembro superior izquierdo deben estar apoyados sobre la mesa, a la altura del corazón. Se puede utilizar cualquier extremidad superior, pero priorizaremos la evaluación en el miembro izquierdo. Considerar las siguientes indicaciones:

1. El participante no puede tener las piernas colgando, ni cruzadas; las piernas van apoyadas en el piso.
2. La longitud de la bolsa inflable del aparato debe cubrir el 80% de la circunferencia del brazo. Para personas con brazos más voluminosos, usar una bolsa inflable más grande. Coloca el borde inferior del manguito 1 pulgada (2.5 cm) por encima del doblez interno del codo. Cierra el manguito y luego pega el velcro.
3. Ahora, deja que la persona **descanse 5 minutos** con el manguito puesto en el brazo antes de tomar la primera medición. No le hable, ni deje que hable o se mueva de la silla.
4. Luego, tomar la primera medición de presión arterial.
5. Una vez finalizada la primera evaluación, esperar 1 minuto, y repetir (evaluación 2).
6. Una vez finalizada la segunda evaluación, esperar 1 minuto, y repetir (evaluación 3).



4. Procedimiento posterior a las evaluaciones

4.1. Análisis de los datos del DXA

1. Cuando finalice el día de evaluación, la persona encargada de coordinar dicho día deberá analizar las 2 imágenes de DXA de cada participante y emitir un informe con estos datos.
2. Para ello, debe hacer clic en “**Analizar**” en la pantalla inicial del software de DXA (Figura 40A). Se abrirá la ventana “Seleccionar una exploración a analizar” (Figura B). Busque el nombre del participante (por ejemplo, “HB_DXA, 701_1”) en la pestaña “**Exploraciones analizadas**”, e ir seleccionando cada vez una imagen para su análisis (Figura 40).

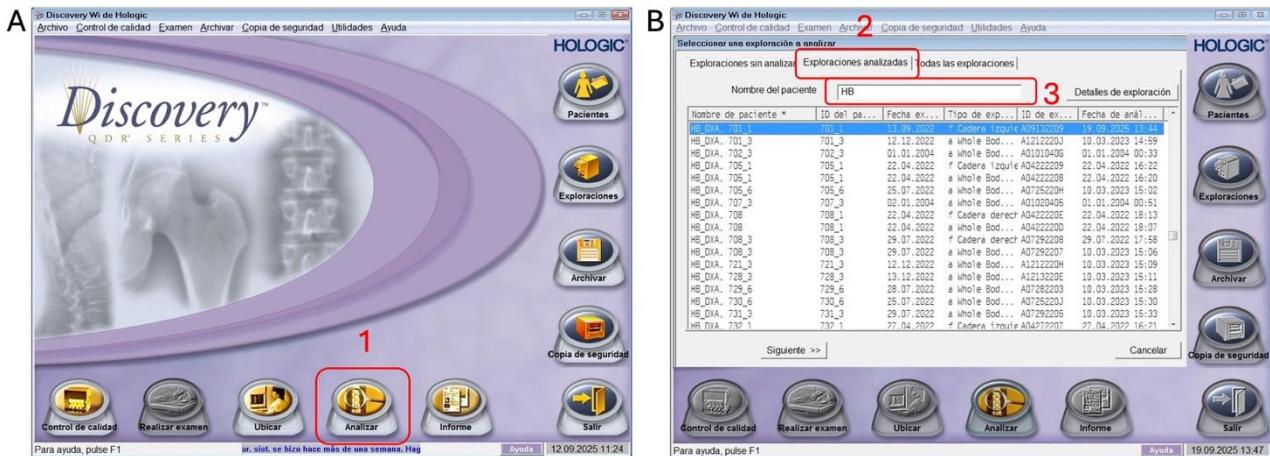


Figura 40. (A) Pantalla inicial. (B) Ventana para seleccionar exploraciones sin analizar de los participantes.

3. Seleccionar la imagen de **cuerpo entero** (se identifica en la columna “Tipo de exploración”). Se abrirá una ventana (Figura 41A) en donde se detalla el método de análisis seleccionado (para este caso, “Cuerpo entero”). Clic en “**Siguiente**”. Seguir las siguientes indicaciones para el análisis de la imagen (pantalla Figura 41B):
 - Ajustar individualmente cada una de las líneas que delimitan el seccionamiento de las partes del cuerpo para el análisis de composición corporal, siguiendo las consideraciones de la Figura 42.
 - Una vez realizado esto, pinchar en “**Cerrar**” y en “**Analizar otra exploración**”.

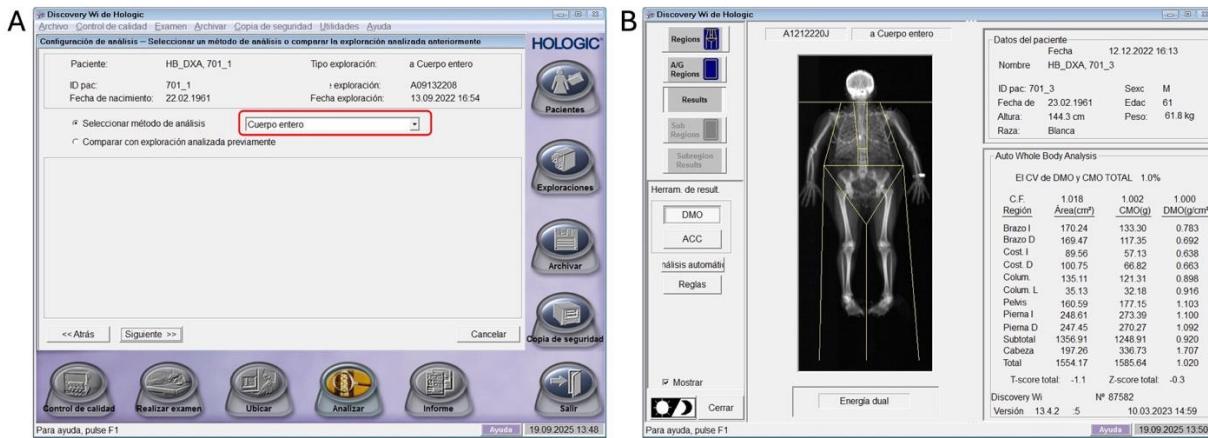


Figura 41. (A) Pantalla de confirmación para realizar ajuste de la imagen. (B) Pantalla para ajustar la imagen de cuerpo completo.

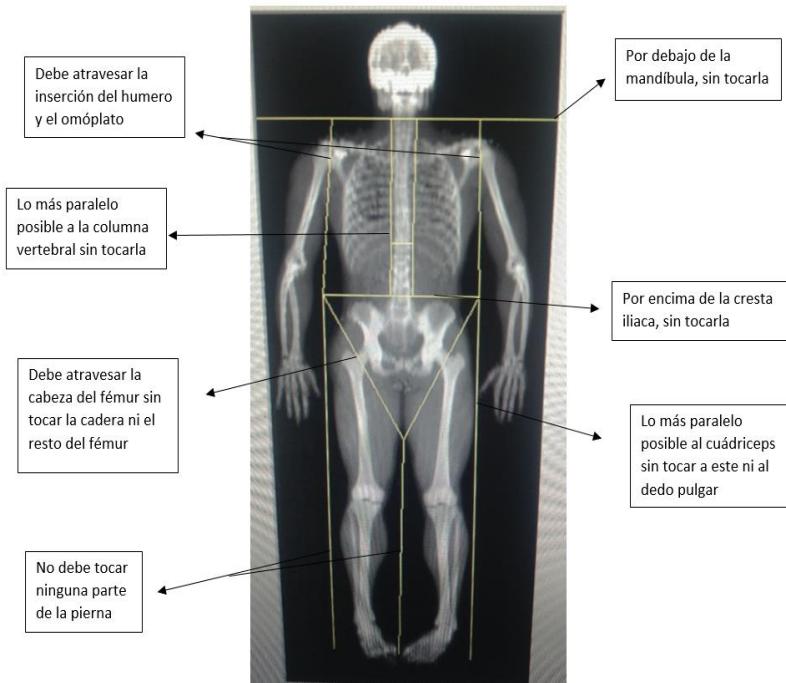


Figura 42. Recomendaciones de ajuste de la imagen de DXA de cuerpo completo para el posterior análisis.

4. Seleccionar imagen de la **cadera evaluada (no dominante)** en la ventana de la figura 41B. Se abrirá una nueva ventana para confirmar el método de análisis (Figura 43A). Clic en “Siguiente”. Ajustar las líneas de colores (Figura 43B), según las siguientes indicaciones:

a. Clic en **Global Roi**:

- Por la parte superior de la imagen, no hay que delinear ninguna línea.
- Por la parte inferior de la imagen, hay que **colocar una línea azul inferior al coxis** (*puede ser algo subjetivo; inferior del trocánter*



menor – aproximadamente la distancia que hay entre las líneas azul y amarilla).

- Por la parte lateral, hay que colocar la **línea, rozando el hueso (sin tocarlo)**.

b. Click en **Bone map**:

- **Se trazará la línea continua roja por encima de la discontinua**, de tal forma que esta vaya desde donde comienza el trocánter mayor hasta el cuello del fémur.

c. Click en **Neck**:

- Se dibujará un **rectángulo amarillo en el cuello del fémur**, sin llegar a sobrepasar el cuello del fémur por ningún lado.
- Se situará un cuadrado rojo pequeño, justo en el centro del rectángulo amarillo. Sin embargo, en la mayor parte de las ocasiones quedará fuera del mismo.

d. En **Results** y **HSA tm** no se debe hacer nada.

- Una vez realizado esto, **clic en “Cerrar”**

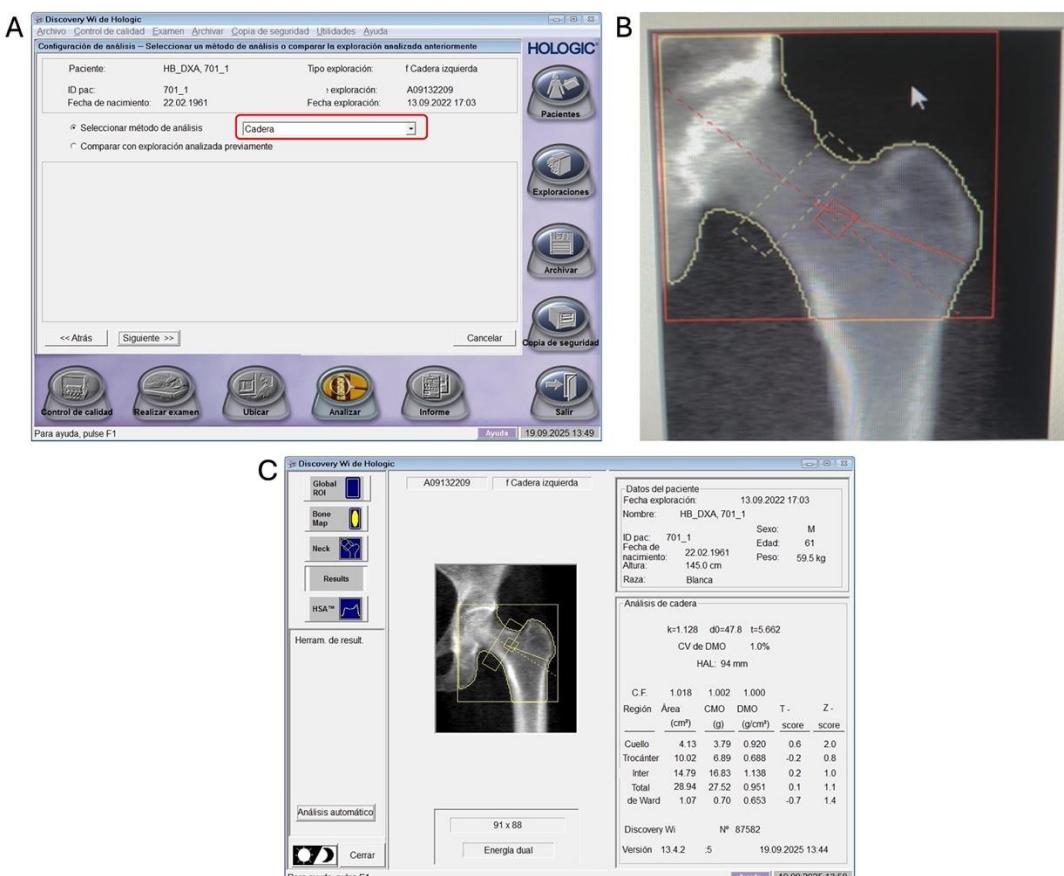


Figura 43. (A) Pantalla de confirmación para realizar ajuste de la imagen. (B) Líneas que deben ser editadas para el posterior análisis de cadera. (C) Imagen resultado de la edición de las líneas (no es la misma cadera del panel B), que muestra el panel de botones de edición en la esquina superior izquierda.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

5. Ingreso de datos REDCap

Ingresar en <https://minerva.ugr.es> e iniciar sesión con el respectivo “*Username*” y “*Password*”. Acceder al proyecto “*HeartyBrain*”. Luego, seleccionar en la sección “*Recolección de datos*”, que aparece en la izquierda, la opción “*Consola de estado de registros*”. En la consola aparecerá el listado de los participantes, ordenados por “*Participant ID*”. Seleccionar el instrumento “*DXA and AM*”, e introducir todos los datos solicitados relacionados con las evaluaciones de este protocolo (antropometría, bioimpedancia, DXA, y presión arterial).



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

6. Exportación y respaldo de datos

6.1. Hoja de registro de antropometría

Escanear la hoja de registro (**Anexo 5.1**), y archivarla en la ruta “/ruta_oculta_en_documento_público”, con el formato de nombre “**subjectid_session_ANT.pdf**”. Donde,

- a. *subject_id*: el número asignado al participante
- b. *session* = tiempo de la evaluación (T1: pre-intervención; T3: post-intervención)

Por ejemplo, para la evaluación del participante 701 en la pre-intervención, esta sería la ruta del archivo escaneado:

- o */ruta_oculta_en_documento_público*

6.2. Exportar resultados de bioimpedancia

Una vez que hemos completado la medida de la composición corporal tenemos que extraer los datos de la máquina. Para este proceso **necesitamos un pendrive** que se debe conectar al ordenador que tiene el software Suite Biológica PRO 11. Luego, sigue las siguientes instrucciones (Figura 40):

1. En la pantalla principal del software Suite Biológica PRO 11, haz clic en “**Ajustes**”, y luego selecciona “**Configurar**” (Figura 44A-1).
2. Selecciona “**Exportar**” (Figura 44B-2).
3. Selecciona el rango de fechas que apliquen al inicio y término de evaluaciones del proyecto (Figura 44C-3).
4. Haz clic en “**Crear fichero...**” (Figura 44C-4).
5. Pon un nombre al archivo CSV. Este archivo contiene la base de datos de todas las mediciones realizadas en el rango de fecha seleccionado. Guárdalo en el pendrive.
6. Abre el archivo en Microsoft Excel, y genera un Filtro para seleccionar solamente los participantes con nombre que comience con “HB”.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

A SuiteBiológica® 11 PRO

B SuiteBiológica® 11 PRO

C SuiteBiológica® 11 PRO

Figura 44. Pasos para exportar las mediciones del equipo TANITA desde el ordenador.



6.3. Exportar datos de DXA

Exportar datos del archivo “.mdb” del DXA, para ello:

- a. Clic en **Utilidad > Herramientas de base de datos > Exportar** (Figura 45A)
- b. En la ventana Exportar (Figura 45B), seleccionar “**Datos del paciente**”. Luego, seleccionar **identificador 2**, y escribir allí “HB”. Seleccionar “**Todos los datos**”, y hacer clic en “**Exportar**”.

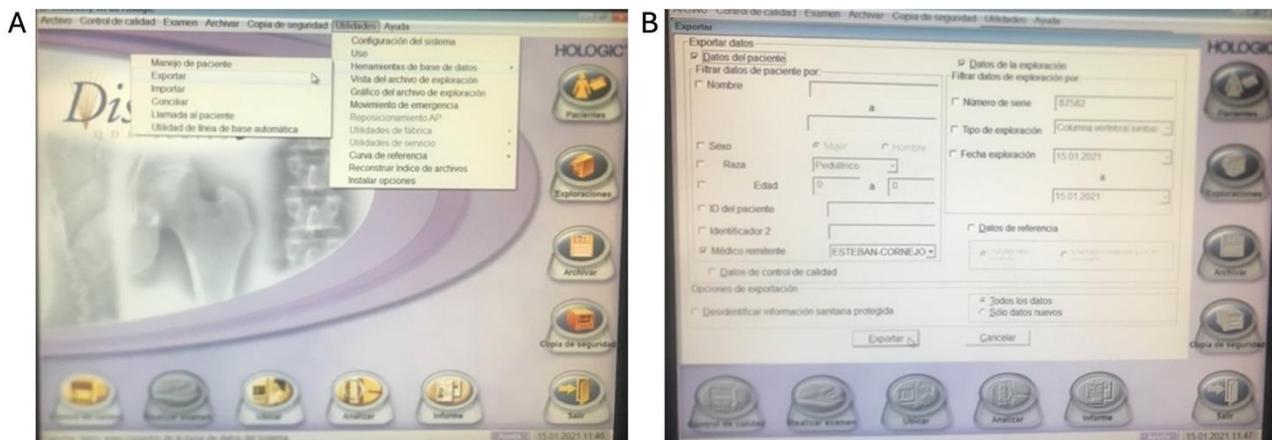


Figura 45. Pasos para exportar los datos del DXA.

- c. El archivo exportado debe nombrarse como “*HB_DXA*” y guardarse en un pendrive.
- d. Posteriormente, el archivo *HB_DXA.mdb* debe ser almacenado en el servidor en la siguiente ruta: “*ruta_oculta_en_documento_público*”.

7. Anexos

1. Anexo 5.1. Hoja de registro



Hoja de registro DXA, antropometría y presión arterial

<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	FECHA DE REALIZACIÓN			
EVALUADOR	ID	COHORTE	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	AÑO
DÍA	MES		DÍA	MES	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	AÑO

(01) Datos participante

Sexo	<input type="checkbox"/> Hombre	<input type="checkbox"/> Mujer	Edad menopausia	<input type="text"/>
	Día	Mes	Año	
Fecha de nacimiento	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	

(02) Medidas antropométricas – 1 decimal

Peso (kg)	<input type="text"/>	Peso (kg)	<input type="text"/>	Peso (kg)	<input type="text"/>
Peso Tanita (kg)	<input type="text"/>	Masa grasa (kg)	<input type="text"/>	Masa muscular (kg)	<input type="text"/>
Talla (cm)	<input type="text"/>	Talla (cm)	<input type="text"/>	Talla (cm)	<input type="text"/>
Perímetro cefálico (cm)	<input type="text"/>	Perímetro cefálico (cm)	<input type="text"/>	Perímetro cefálico (cm)	<input type="text"/>
Perímetro cuello (cm)	<input type="text"/>	Perímetro cuello (cm)	<input type="text"/>	Perímetro cuello (cm)	<input type="text"/>
Perímetro cintura (cm)	<input type="text"/>	Perímetro cintura (cm)	<input type="text"/>	Perímetro cintura (cm)	<input type="text"/>
Perímetro cadera (cm)	<input type="text"/>	Perímetro cadera (cm)	<input type="text"/>	Perímetro cadera (cm)	<input type="text"/>

(03) Escáner DXA

Cuerpo entero	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	TANITA	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no
Cadera no dominante:	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	BRAZO DOMINANTE	<input type="checkbox"/> der <input type="checkbox"/> izq

(04) Presión arterial y frecuencia cardiaca

Presión sistólica (mmHg)	<input type="text"/>	Presión sistólica (mmHg)	<input type="text"/>	Presión sistólica (mmHg)	<input type="text"/>
Presión diastólica (mmHg)	<input type="text"/>	Presión diastólica (mmHg)	<input type="text"/>	Presión diastólica (mmHg)	<input type="text"/>
FC reposo (ppm)	<input type="text"/>	FC reposo (ppm)	<input type="text"/>	FC reposo (ppm)	<input type="text"/>

Notas (ej. Vestimenta o problemas a la hora de tomar alguna de las medidas, objetos metálicos etc.)