



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

MEDIKUNTZA  
ETA ERIZAINZTA  
FAKULTATEA  
FACULTAD  
DE MEDICINA  
Y ENFERMERÍA

Gradu Amaierako Lana / Trabajo Fin de Grado  
Medikuntza Gradua / Grado en Medicina

## Reaprendiendo la topografía de los nervios en el miembro inferior

Egilea /Autor:

**Andoni Vázquez Macarro**

Zuzendaria / Director/a:

**Fernando Pérez Cerdá**

© 2023, Andoni Vázquez Macarro

Leioa, 2023ko apirilaren 24<sup>a</sup> / Leioa, 24 de abril de 2023

# ÍNDICE

---

<b>RESUMEN</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. Antecedentes: Importancia de la neuroanatomía periférica.....	1
1.2. Anatomía de los nervios periféricos en el miembro inferior.....	2
1.3. Variantes del nervio ciático y su interés en la clínica.....	7
1.4. Hipótesis y objetivos.....	8
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	
2.1. Disección anatómica del miembro inferior.....	9
2.2. Anatomía del miembro inferior mediante resonancia magnética y ultrasonido.....	11
2.3. Obtención de secciones transversales del miembro inferior a partir del “Visible Human Project®” .....	13
2.4. Recursos digitales “Primal Pictures”.....	14
2.5. Revisión sistemática del nervio ciático.....	15
<b>3. RESULTADOS</b>	
3.1. Introducción a los resultados.....	17
3.2. Figuras 1-9.....	19
3.3. Atlas de neuroanatomía seccional orientativa del miembro inferior derecho.....	28
3.4. Variantes anatómicas del nervio ciático y su implicación clínica.....	37
<b>4. DISCUSIÓN</b> .....	41
<b>5. CONCLUSIÓN</b> .....	44
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	45
<b>7. ANEXOS</b>	

## **RESUMEN:**

El éxito en determinadas especialidades clínicas (anestesia, cirugía, traumatología, radiología diagnóstica e intervencionista) está íntimamente asociado al conocimiento anatómico tridimensional. La anatomía topográfica de los nervios periféricos se ha descrito repetidamente durante años. Sin embargo, el advenimiento de técnicas quirúrgicas y anestésicas dependientes de imágenes (por ejemplo, ultrasonografía en anestesia regional, imágenes de resonancia magnética en neurotraumatología) ha llevado a un resurgimiento de la anatomía seccional y a la necesidad de volver a aprender los elementos relevantes para la identificación de nervios periféricos en la práctica clínica. Es por ello que la formación en anatomía preclínica sigue siendo precisa para poder transformar de manera más eficiente una estructura tridimensional en una imagen bidimensional.

En este contexto, relacionar y comparar los hallazgos de un estudio de un cadáver en particular con modelos seccionales, bibliografía y gráficos tomados como referentes pueden facilitar dicho abordaje clínico. En concreto, en el presente trabajo se estudia la topografía de los nervios del miembro inferior desde varios abordajes (dissección clásica, modelos anatómicos, Visible Human Project, Primal Pictures, e imágenes seccionales de ultrasonidos y resonancia magnética) finalizando con una revisión sistemática centrada en la variante anatómica del nervio ciático y su implicación clínica. Este estudio nos permite sopesar las bases topográficas de la anatomía real comparable a los “modelos ideales” existentes y su implicación clínica, una vez que destacamos los resultados de la relación dicotómica entre tridimensionalidad y bidimensionalidad en la topografía de los nervios periféricos del miembro inferior.

**Palabras clave:** “Nervio periférico”, “Resonancia Magnética”, “Anatomía y topografía” “Plexo lumbosacro”, “Ultrasonografía”, “Miembro inferior”, “Nervio ciático”, “Variantes”, “Músculo Piramidal”, “Implicaciones clínicas”, “Síndrome Piramidal”

## **AGRADECIMIENTOS:**

En primer lugar, agradecer al director de este trabajo el profesor Fernando Pérez Cerdá, su tiempo dedicado a ayudarme en la realización de determinados elementos del mismo. Sin su tiempo y dedicación, y gracias a su total disponibilidad, no hubiera sido posible la realización de ciertos puntos del trabajo.

Por otro lado, agradecer con especial énfasis, a los donantes (en su recuerdo) o familiares de los donantes que lo ceden a la Facultad de Medicina y Enfermería de la Universidad del País Vasco. Sin su altruismo no se podría haber hecho este trabajo y tantos otros. Este importante gesto permite a gran cantidad de alumnos, entre los que me incluyo, aprender cómo es el cuerpo humano, desde una forma única e importantísima para nuestra formación.

Por último, agradecer enormemente a la Facultad de Medicina y Enfermería de la Universidad del País Vasco por permitirme tener acceso a la Sala de Disección y por permitirme utilizar los recursos de los que disponían en todo momento para la realización de la disección.

Muchísimas gracias a todos

Andoni Vázquez Macarro

Bilbao, abril 2023

## **1. INTRODUCCIÓN:**

### **1.1. ANTECEDENTES: IMPORTANCIA DE LA NEUROANATOMÍA PERIFÉRICA:**

La anatomía es una disciplina científica de dilatada historia.<sup>1</sup> Durante la segunda mitad del siglo XX pareció agotarse como tal, pero el desarrollo de las especialidades médicas asociadas a la imagen (anestesia, cirugía, traumatología; radiología diagnóstica e intervencionista, ...) ha relanzado el interés en conocer tridimensionalmente las distintas estructuras del cuerpo humano, entre ellas los nervios periféricos.<sup>2,3</sup>

Actualmente la anatomía está forzada a reexaminar su enfoque para seguir siendo esencial. Por ejemplo, la topografía de los nervios periféricos del miembro inferior y sus variaciones ha sido repetidamente descrita desde hace años. Sin embargo, el advenimiento de modernas técnicas radiológicas, quirúrgicas y anestésicas dependientes de la imagen ecográfica, de resonancia magnética y tomografía computarizada ha originado un resurgir de la anatomía seccional y una necesidad de reaprender los elementos relevantes para la identificación de los nervios periféricos en un contexto clínico.<sup>4,5,6,7,8,9,10</sup> No obstante, el entrenamiento anatómico preclínico sobre cadáver es preciso para ser capaces de transformar más eficientemente una estructura tridimensional en una imagen bidimensional, un concepto que es difícil de adquirir en textos y atlas.

En ciertas especialidades, los métodos virtuales de aprendizaje es improbable que reemplacen la visualización directa en un futuro próximo, si bien la animación digital ha supuesto una revolución durante estos últimos años.<sup>11,12</sup> Actualmente, nuevos programas permiten la manipulación de modelos tridimensionales muy realistas con opciones para mostrar detalladamente formas complejas.<sup>13</sup> En este contexto la combinación de una demostración directa de las estructuras mediante la disección, con módulos de aprendizaje basados en la web y en otros recursos tecnológicos permitirá adaptar la anatomía preclínica a los requerimientos de las especialidades médicas.<sup>14</sup>

## **1.2. ANATOMÍA DE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS EN EL MIEMBRO INFERIOR:**

Comprender la anatomía del miembro (extremidad) inferior requiere conocer la neuroanatomía de los nervios periféricos provenientes del plexo lumbosacro responsable de su inervación. Este plexo surge habitualmente de los ramos anteriores de nervios espinales T12 a S3. El entremezclado de fibras de diferentes niveles espinales configura los diferentes nervios periféricos del miembro inferior habiéndolos exclusivamente sensitivos (inervación cutánea), exclusivamente motores (inervación muscular) y mixtos (motores y sensitivos).<sup>12,15</sup>

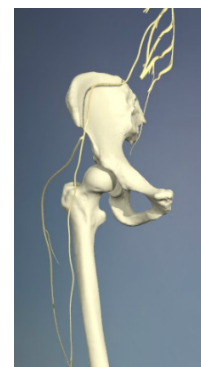
El plexo lumbosacro se subdivide en dos plexos: lumbar y sacro, si bien hay alguna comunicación entre ambos. Simplificadamente, el panorama anterior, lateral y medial del muslo está inervado por nervios procedentes del plexo lumbar. La nalga, a excepción de gran parte de su piel, el panorama posterior del muslo, y la pierna y el pie son inervados por nervios procedentes del plexo sacro. La excepción es la inervación cutánea de la parte medial de la pierna, dependiente de un nervio procedente del plexo lumbar. En los anexos 1-2 se detallan resumidamente las características de los nervios periféricos derivados del plexo lumbar y sacro respectivamente.<sup>12,15</sup>

A continuación, se realiza una somera revisión del trayecto de los nervios periféricos procedentes del plexo lumbar y sacro pertinentes para este trabajo fin de grado.

### 1.2.1. Plexo lumbar:

#### 1.2.1.1. Nervio cutáneo femoral lateral

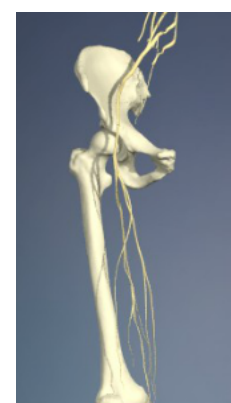
El nervio cutáneo femoral lateral aparece en el borde lateral del músculo psoas, cruza por debajo de la fascia iliaca y pasa por la parte lateral de la laguna muscular extendiéndose por la piel de la región lateral del muslo a la que inerva.<sup>12,16,17</sup>



**Figura 1:** Nervio cutáneo femoral lateral.

#### 1.2.1.2. Nervio femoral:

El nervio femoral está formado por el segundo, tercer y cuarto nervios lumbares (**Figura 2**). El nervio femoral emerge del músculo psoas en un compartimiento fascial entre los músculos psoas e ilíaco, donde desprende ramas articulares a la cadera. Se introduce en el muslo inferiormente al ligamento inguinal. Allí se encuentra lateral a la arteria femoral y se divide en fascículos anteriores y posteriores.<sup>12,16,17</sup>

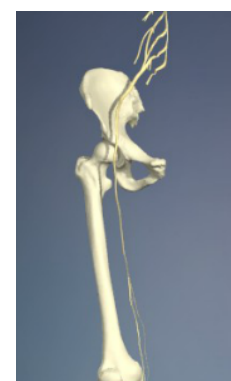


**Figura 2:** Nervio femoral.

En él se incluyen los nervios cutáneos medianos e intermedios que inervan la piel de las superficies medial y anterior del muslo. También tiene ramas motoras que inervan los músculos sartorio y pectíneo y ramas articulares a la cadera. Por último, el nervio safeno, que es la rama cutánea más larga del nervio femoral, y ramas motoras al músculo cuádriceps y ramas articulares a la rodilla.<sup>12,16,17</sup>

#### *Nervio safeno:*

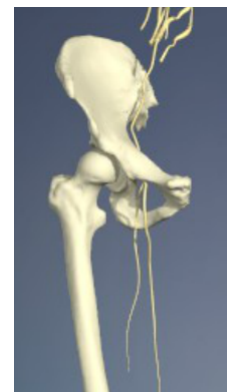
El nervio safeno formado desde el nervio femoral, discurre a lo largo de la cara medial del muslo hacia distal (**Figura 3**). Desciende posteromedialmente, entre los músculos sartorio y grácil, hasta la región infrapatelar. Continúa medialmente, junto con la vena safena mayor inervando la piel de la parte medial (anterior y posterior) de la pierna.<sup>12,16,17</sup>



**Figura 3:** Nervio safeno.

### 1.2.1.3. Nervio obturador:

El nervio obturador surge de los ramos ventrales L2-L4 del plexo lumbar. El nervio discurre a lo largo de la línea iliopectínea y abandona la pelvis a través del conducto obturador en la parte superior del agujero obturador (**Figura 4**).<sup>12,16,17</sup>



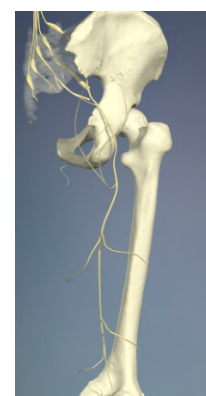
**Figura 4:** Nervio obturador.

En la pelvis, el nervio obturador desciende casi verticalmente posteromedialmente al músculo psoas. Alcanza el techo acetabular por delante del músculo obturador interno, y atraviesa el conducto obturador y el músculo obturador externo. En el espesor de éste, el nervio se divide en ramas anterior y posterior. La rama anterior desciende anterior al músculo aductor corto dando pequeñas ramas a la articulación de la cadera. Envía ramas motrices a los músculos grácil, aductor largo y, con menor frecuencia, al pectíneo y proporciona sensibilidad al muslo medial. La rama posterior desciende posterior al músculo aductor corto dando ramas para la articulación de la rodilla. Proporciona inervación motora al obturador externo, aductor mayor, y corto y proporciona inervación sensitiva a la parte medial de la rodilla.<sup>12,16,17</sup>

## 1.2.2. Plexo sacro:

### 1.2.2.1. Nervio cutáneo femoral posterior:

El nervio cutáneo femoral posterior es un nervio puramente sensitivo derivado de las ramas anteriores de S1-S3 (**Figura 5**). Discurre con el nervio ciático en la nalga profundamente al glúteo mayor. Desprende ramos clúneos inferiores (nalga inferior) y perineales (genitales externos) que emergen junto al nervio por el borde inferior del glúteo mayor. El nervio alcanza el tejido subcutáneo y continúa por la cara posterior del muslo y parte proximal de la pierna desprendiendo sucesivamente ramas femorales y surales. En la proximidad de la fosa poplítea sus ramas terminales a menudo se anastomosan con el nervio sural.<sup>12,16,17</sup>



**Figura 5:** Nervio cutáneo femoral posterior.



### 1.2.2.2 Nervio ciático:

El nervio ciático es el nervio más grueso del cuerpo. Procede de las fibras ventrales de L4 a S3. Sale de la pelvis por el agujero ciático mayor, por debajo del músculo piriforme mayoritariamente, y se extiende lateralmente a la tuberosidad isquiática por debajo de los músculos glúteo mayor y cabeza larga del bíceps (**Figura 6**). Desciende por la cara posterior del muslo apoyado en el m. aductor mayor inervando dicho músculo (también inervado por el nervio obturador) y el semimembranoso, semitendinoso y bíceps



**Figura 6:** Nervio Ciático.

femoral. A diferentes niveles, habitualmente en el muslo distal se divide en 2 nervios: el nervio tibial y el nervio peroneo común. Básicamente, se puede afirmar que es la rama tibial la que inerva estos músculos (excepto la cabeza corta del bíceps que lo es por el n. peroneo común).<sup>12,16,17</sup>

#### *Nervio tibial:*

El nervio tibial (L4 -S3) surge de la porción medial del nervio ciático y acompaña medialmente a los vasos poplíteos. Pasa a través de la fosa poplíteo, desaparece bajo el arco tendinoso del m. sóleo y se extiende, acompañado por la arteria tibial posterior, hasta situarse dorsal al maléolo tibial (entre los tendones de los flexores largos de los dedos y del dedo gordo) alcanzando la planta del pie donde se ramifica en los nervios plantares lateral y dorsal. El nervio tibial inerva los músculos del panorama posterior de la pierna (plantar, gastrocnemio, sóleo, poplíteo, tibial posterior, flexor largo de los dedos, y flexor del dedo gordo largo) y de la planta del pie. Asimismo, inerva la piel de la región posterior de la pierna (a través del nervio sural medial) y la planta del pie (ramos cutáneos de los nervios plantares). A nivel de la fosa poplíteo origina el nervio cutáneo sural medial (ver más adelante nervio sural).<sup>12,16,17</sup>

*Nervio peroneo común:*

El nervio peroneo común surge de la porción lateral del nervio ciático. Se extiende junto con el tendón del bíceps femoral (inerva su cabeza corta) hacia la parte posterior de la cabeza del peroné cruzando luego oblicuamente hacia delante entre la piel y el peroné. A nivel de la fosa poplítea surge el nervio cutáneo sural lateral (ver más adelante nervio sural) y al contornear el cuello del peroné se divide en sus dos ramos terminales: peroneo superficial y profundo.<sup>12,16,17</sup>

El nervio peroneo profundo pasa bajo el músculo peroneo largo y desciende en el compartimiento anterior de la pierna, lateralmente al músculo tibial anterior junto a los vasos tibiales anteriores. Más distalmente, se extiende entre el extensor del dedo gordo y el extensor largo de los dedos. Inerva los tres músculos mencionados. En el tobillo, entra en el túnel del tarso inervando a los músculos extensores cortos del dedo gordo y de los dedos. Asimismo, recoge en parte la sensibilidad articular de tarso y tobillo y de la piel adyacente al primer espacio interdigital.<sup>12,16,17</sup>

El nervio peroneo superficial se extiende hacia abajo en el compartimiento lateral de la pierna pasando entre los músculos peroneos y el extensor largo de los dedos. Proporciona inervación motora a los músculos peroneos largo y corto y sensitiva al dorso del pie.<sup>12,16,17</sup>

*Nervio sural:*

El nervio sural es un nervio sensitivo formado por la unión del cutáneo sural medial (rama del nervio tibial que desciende junto a la vena safena menor) con el cutáneo sural lateral (rama del peroneo común). El nervio sural cursa posterolateralmente en la pierna. Distalmente, el nervio es superficial y posterior a los tendones peroneos. Entre los tres nervios surales inervan la piel de las regiones posterior y lateral de la pierna (la medial está inervada por el nervio safeno y la planta por los nervios plantares) y la región lateral del pie.<sup>12,16,17</sup>

### **1.3. VARIANTES DEL NERVIIO CIÁTICO Y SU INTERÉS EN LA CLÍNICA:**

El nervio ciático el nervio más voluminoso y largo del cuerpo humano, estando implicado en la clínica diaria, ya sea en el contexto de trauma, tumores, vascular, lesiones en estructuras de la vecindad, síndromes de atrapamiento, cirugía de cadera o fémur o bien percutáneamente para bloqueos anestésicos regionales. Por lo tanto, un conocimiento detallado de la anatomía normal de este nervio, así como sus potenciales variantes anatómicas es de suma importancia.<sup>18</sup>

A finales del siglo XIX, Testut había ya contemplado las numerosas variaciones en la salida de la pelvis del nervio ciático agrupándolos en 4 tipos. Desde entonces, se han publicado numerosos artículos sobre las variaciones anatómicas del nervio ciático y su importancia clínica.<sup>18</sup>

Se estima que la prevalencia del dolor lumbar a lo largo de la vida es de hasta el 70%; siendo el 10% ciática. Pese a que la ciática es un término amplio que generalmente se refiere a la radiculopatía, también abarca el síndrome piriforme, un tipo de síndrome no discogénico donde la compresión del nervio ciático por el músculo piriforme produce una clínica característica. Por lo tanto, es importante comprender la variación anatómica en pacientes con ciática como causa de compresión del nervio.<sup>19</sup>

Independientemente de la fuerza de la supuesta relación, el síndrome piramidal puede afectar a pacientes con o sin variante anatómica del nervio ciático proximal. Las técnicas de imagen se han convertido en el centro del diagnóstico y manejo del síndrome del piriforme de tal forma que se ha sugerido una relación entre los hallazgos en las técnicas de imagen y el diagnóstico clínico del síndrome del piriforme en forma de masa asimétrica detectable en resonancia magnética o ultrasonido de rutina.<sup>20</sup>

Por último, la parálisis postoperatoria del nervio ciático después de la cirugía alrededor de la articulación de la cadera siempre conduce a un mal resultado final del procedimiento. Entre las diferentes causas están: la lesión directa del nervio durante el procedimiento, isquemia del tejido nervioso, compresión o estiramiento excesivo del nervio, compresión por cemento óseo filtrado cerca del nervio, daño térmico

durante el cemento polimerización, trauma durante la dislocación, compresión por hematoma, prominencia ósea o el componente acetabular implantado se consideran ser causas del trastorno del nervio ciático. A todo ello se suma que algunas variantes del nervio ciático pueden facilitar la aparición de lesiones post-cirugía.<sup>21</sup>

#### **1.4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS:**

Conocer la anatomía detalladamente es clave en las especialidades clínicas basadas en la imagen. La habilidad para visualizar los puntos de referencia anatómicos y sus relaciones con los trayectos vasculares y nerviosos es crucial. En este contexto, el presente trabajo **combinará el análisis cadavérico directo de los nervios periféricos del miembro inferior humano con guías-modelos estandarizadas** para apreciar **su grado de correlación con la anatomía de imagen junto con su implicación clínica**, planteándose como **objetivos parciales** los siguientes:

- Análisis de la información anatómica topográfica de los nervios periféricos del miembro inferior obtenida en la disección, y de su correlación con imágenes seccionales modelizadas como “Visible human project” (modelo humano real) y “Primal pictures” (modelo humano teórico).
- Comparativa entre la visualización de los nervios periféricos del miembro inferior mediante técnicas de imagen y su visualización cadavérica real y directa.
- Realización de un atlas anatómico seccional orientativo para la correcta interpretación de la topografía de los nervios del miembro inferior en las imágenes horizontales (transversas) propias de las técnicas de imagen.
- Revisión sistemática centrada en las variantes anatómicas del nervio ciático y su repercusión clínica.

El abordaje de estos objetivos en el presente trabajo fin de grado contribuirá a valorar la relevancia del estudio anatómico de los nervios periféricos del miembro inferior en la práctica clínica de diversas especialidades médicas (radiología; anestesia; ...) y quirúrgicas (neurotraumatología; ...).

## **2. MATERIAL Y MÉTODOS:**

### **2.1. DISECCIÓN ANATÓMICA DEL MIEMBRO INFERIOR**

La disección anatómica humana es la técnica por la cual se divide en partes el cadáver con el objeto de examinar su macroestructura interna, es decir todo aquello que queda bajo la piel: músculos, huesos, glándulas, sistema circulatorio y respiratorio, sistema nervioso (objeto de estudio del presente trabajo), etc. También es posible observar y analizar malformaciones y disfunciones de órganos internos.

En el presente trabajo fin de grado y tras la aprobación institucional pertinente (Depto. de Neurociencias, UPV/EHU) se han diseccionado 6 miembros inferiores (3 derechos y 3 izquierdos) correspondientes a dos mujeres y un hombre fallecidos, sin comorbilidad conocida que afecte a los nervios periféricos, que donaron su cuerpo a la Ciencia de acuerdo a la legislación española tras acogerse al programa de donación del Depto. de Neurociencias de la UPV/EHU. Tras el proceso de preservación cadavérica mediante fijación, la disección se ha efectuado en una de las mesas habilitadas en la sala de prácticas de Anatomía Humana bajo campana de aspiración y medidas atenuadoras de la exposición a formaldehído. Los materiales básicos empleados fueron: tijeras de disección rectas y curvas, pinzas de disección (con y sin dientes), bisturís, guantes de látex y separadores.

Se ha realizado una disección regional clásica por planos intentando visualizar y preservar los nervios periféricos. Esto ha requerido un compromiso entre una disección vascular y nerviosa “limpia”, en el sentido de la individualización exhaustiva de su trayecto y arborización, y “sucia” en la que se prioriza la preservación de las fascias en las que están envueltos vasos y nervios para conservar su topografía.

Las regiones disecadas y nervios en ellas identificados, o intentado localizar, han sido: triángulo femoral y región anterior del muslo (nervios femoral, obturador; safeno; cutáneo femoral lateral); región glútea (nervios glúteos superior e inferior; pudendo; ciático y cutáneo femoral posterior) y región posterior del muslo (nervios ciático y cutáneo femoral posterior), regiones anterior (ramos peroneo profundo y

superficial, nervio safeno) y posterior de la pierna, fosa poplítea incluida (nervios tibial, peroneo común, surales).

### **2.1.1. Procedimiento de disección:**

Región glútea, posterior del muslo y fosa poplítea: Incisión lateral desde la cresta iliaca hasta el nivel de la rodilla, con incisiones transversales a dos alturas: por debajo del pliegue glúteo y de la fosa poplítea. Disecar la piel y tejido celular subcutáneo de lateral a medial. Identificar por debajo del borde inferior del músculo glúteo superior la salida del nervio cutáneo femoral posterior. Desinsertar el origen del glúteo mayor y retirarlo lateralmente. Reconocer el nervio ciático saliendo por el agujero ciático mayor por debajo del músculo piramidal. Seguir el trayecto del nervio ciático que en profundidad a los músculos isquiotibiales llega a la fosa poplítea donde, o bien antes, se divide en nervio tibial, situado medialmente junto a los vasos poplíteos, y en nervio peroneo común. El nervio peroneo común se encuentra en el borde del tendón del bíceps femoral para ulteriormente rodear el cuello del peroné y pasar a la región anterior y externa de la pierna como nervio peroneo profundo y peroneo superficial.

Región anterior del muslo: Incisión desde la espina iliaca anterosuperior hasta la espina del pubis y otra desde la espina iliaca anterosuperior hasta la cabeza del peroné (si no se ha disecado panorama posterior) y por último otra transversal cruzando la rodilla hasta el cóndilo tibial medial. A continuación levantar la piel y tejido celular subcutáneo del muslo de lateral a medial con cuidado hasta encontrar las ramas del nervio cutáneo femoral lateral (seguir el nervio hasta su paso bajo el ligamento inguinal muy lateralmente) y los ramos cutáneos del nervio femoral que perforan la fascia lata. Teniendo en cuenta los músculos que limitan el triángulo femoral, se localizará el nervio y vasos femorales. Limpiando en su profundidad se individualizará el nervio safeno, acompañado por los vasos femorales. Distalmente el nervio safeno atraviesa la membrana vastocondroclavicular y se dirige hacia la cara interna de la rodilla y la pierna. Para descubrir el nervio obturador hay que desinsertar del pubis el aductor largo. Al levantarlo lateralmente veremos el ramo anterior. Si se desplaza el músculo aductor corto se verá el ramo posterior.

Region anterolateral de la pierna: Incisión lateral en la pierna hasta maleolo lateral más una incisión transversal de maleolo lateral a medial. Levantar la piel y tejido celular subcutáneo de lateral a medial. Localizar ramos superficiales del nervio peroneo superficial y seguirlas proximalmente hasta que se unan formando el peroneo superficial que perfora la fascia y se introduce entre los musculos peroneos largo y corto. Desinserción del origen del músculo peroneo largo, para ver el nervio peroneo común rodeando el cuello del peroné y dividirse en ramos superficial y profundo.

### **2.1.2. Obtención de fotografías:**

La obtención de fotografías que documenten el proceso se realizó con una cámara de alta resolución (Nikon DX80) con su equipo de iluminación adecuado. Algunas imágenes fueron digitalmente modificadas con un programa de edición de imágenes para realzar ciertos componentes a destacar.

## **2.2. ANATOMÍA DEL MIEMBRO INFERIOR MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA Y ULTRASONIDO:**

### **2.2.1. Resonancia Magnética Nuclear (RM):**

La resonancia magnética (RM) de los nervios periféricos, se utiliza cada vez más como medio de diagnóstico no invasivo de patologías nerviosas. Los pacientes a menudo presentan síntomas vagos de dolor y deterioro funcional, no objetivables por electromiografía y sí por RM. Ésta es cada vez más seleccionada sobre otras modalidades de imagen debido a su superioridad de contraste de tejidos blandos que permite describir lesiones neurales, u otras causas de alteración de los nervios, así como hallazgos secundarios.

Una secuencia en RM consta, generalmente, de varios pulsos de radiofrecuencia que además pueden ser diferentes entre sí según la radiofrecuencia y el tiempo entre pulsos. Al combinar estas variables se puede diferenciar los tejidos entre sí. En la evaluación de imágenes de nervios periféricos mediante RM, es importante tener una sólida formación en la comprensión de la apariencia normal de los nervios (tamaño, trayecto, intensidad de señal). Por ejemplo en T1 (un tipo de secuencia) los nervios

normales muestran un aspecto fascicular con una intensidad de señal intermedia. Sin embargo en T2, el nervio normal puede aparecer ligeramente hiperintenso en comparación con el tejido muscular adyacente.

Para el estudio de la RM en el marco del presente trabajo fin de grado, se han valorado dos opciones: los resultados de la búsqueda bibliográfica (palabras clave: magnetic resonance, lower limb) y la realización de una secuencia de RM transversales del miembro inferior del propio alumno (desde articulación de la cadera al tercio medio de la pierna). Respecto a ésta, considerando que es una persona asintomática el propio personal médico del hospital (Organización Sanitaria Integrada Areilza-Bilbao) decidió utilizar la secuencia T1. Con este tipo de secuencia el objetivo es visibilizar las estructuras del sistema nervioso periférico y las de su alrededor. Por convenio, las imágenes transversales de RM siempre se orientan como vistas desde distal (caudal).

### **2.2.2. Ultrasonografía (US):**

La ecografía (US) se introdujo en la práctica clínica en la segunda mitad del siglo pasado. Desde entonces, ha tenido una importante expansión debido fundamentalmente a las mejoras tecnológicas introducidas en el tratamiento de la imagen, empleándose cada vez en más especialidades clínicas como, por ejemplo y en relación con los nervios periféricos, la anestesiología, radiología y traumatología. Es una técnica no invasiva, inocua y bien tolerada por los pacientes, siendo su complicada interpretación el limitante de esta técnica.

La US se basa en la aplicación de ultrasonidos y el estudio de las ondas reflejadas (“ecos”). El ecógrafo está compuesto principalmente por los siguientes elementos: generador, transductor, convertidor analógico-digital, memoria gráfica, monitor y cuadro de mandos. Las imágenes obtenidas están formadas por una matriz de elementos fotográficos que se corresponden con los ecos que llegan al transductor. La capacidad de producir ecos se denomina ecogenidad y según ésta se clasifican las imágenes en: anecoicas (imágenes negras), hipoecoicas (imágenes grisáceas) y hiperecoicas (imágenes blancas; por ejemplo los nervios periféricos). Por último es importante obtener una buena calidad (resolución) de la imagen ecográfica definida como la capacidad de discriminar entre dos puntos próximos entre sí.



Para el presente trabajo de fin de grado se han seleccionado imágenes ultrasonográficas obtenidas a diferentes niveles del miembro inferior con una calidad adecuada de visualización de los nervios periféricos del miembro inferior y estructuras vasculares y osteomusculares que los rodean. Puesto que las imágenes pueden ser difíciles de interpretar se han utilizado aquellas provenientes de la búsqueda bibliográfica realizada con la explicación ad hoc pertinente. La correlación con las imágenes de disección y de secciones horizontales cadavéricas (ver más adelante) ha sido de esta forma satisfactoria.

### **2.3. OBTENCIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES DEL MIEMBRO INFERIOR A PARTIR DE “VISIBLE HUMAN PROJECT®”:**

El objetivo inicial del “proyecto del hombre visible”, Visible Human Project® (VHP) en su descripción original, es crear un conjunto de imágenes digitales de cadáveres humanos completos en rodajas anatómicas y su correlato mediante RM y tomografía axial computarizada. Este proyecto ha sido promovido por el Department of Health and Human Services de los National institutes of Health de EEUU de América y depositado en la National Library of Medicine. Consta de los datos obtenidos de dos cadáveres (varón y mujer) provenientes de dos presos condenados a la pena capital, en perfecto estado de salud, y que donaron sus cuerpos con esta finalidad. El uso del conjunto de datos requiere una autorización previa por parte de dicha institución, la cual fue solicitada y concedida.

El conjunto de datos consiste en imágenes de secciones anatómicas transversales de 1 mm de grosor con una resolución de cada una de 2048 píxeles por 1216 píxeles donde cada píxel está definido por 24 bits de color. Por convenio, las imágenes transversales del Visible Human Project siempre se orientan como vistas desde distal (caudal). Cada imagen consta aproximadamente de 7,5 megabytes de datos y la serie completa coincide con imágenes axiales de tomografía computarizada también obtenidas a partir de dichas secciones. En el caso del varón hay 1871 secciones transversales para cada modo: anatómico y de tomografía computarizada, si bien éstas tienen menos resolución: 512 píxeles por 512 píxeles donde cada píxel está formado por 12 bits de tono gris. Asimismo, también hay disponibles imágenes

transversales de RM, si bien tomadas a intervalos de 4 mm con una resolución de de 256 píxeles por 256 píxeles. Cada píxel tiene 12 bits de tono gris.

El conjunto de datos del cadáver femenino tiene similares características que el cadáver masculino salvo que las imágenes anatómicas axiales se obtuvieron a intervalos de 0,33 mm en lugar de intervalos de 1,0 mm. Esto da lugar a en torno a 5.000 imágenes anatómicas. El conjunto de datos femenino tiene aproximadamente 40 gigabytes de tamaño. El espaciado en la dirección "Z" se redujo a 0,33 mm para coincidir con la separación de píxeles en el plano "XY" que es de 0,33 mm. Esto permite a los desarrolladores que están interesados en reconstrucciones tridimensionales, trabajar con vóxeles cúbicos.

Una adición reciente al conjunto de datos masculino es la inclusión de imágenes anatómicas de mayor resolución donde cada sección tiene una resolución de 4096 píxeles por 2700 píxeles, y cada píxel está formado por 24 bits de color. Como con las imágenes anatómicas originales, hay un total de 1871 de estas imágenes de alta resolución.

Para el presente trabajo fin de grado se han seleccionado 30 cortes transversales a diferentes niveles del miembro inferior, de las secciones anatómicas tanto del cadáver del varón (15 secciones) como del femenino (15 secciones). Se han elegido los que se ha considerado apropiados para el análisis de la topografía de los nervios periféricos y su correlación con las técnicas de imagen. Mediante ellos se ha realizado un dibujo de los rasgos sobresalientes en cada corte para elaborar un atlas anatómico topográfico orientativo del miembro inferior.

#### **2.4. RECURSOS DIGITALES “PRIMAL PICTURES”:**

Fundada en 1991, la empresa Primal Pictures crea y publica representaciones gráficas en 3D de la anatomía humana basada en datos de imagen. Disponible como recurso electrónico en la Biblioteca de la Universidad del País Vasco/EHU tiene un contenido anatómico, fisiológico y clínico ampliamente aceptado por los educadores en ciencias de la Salud. Hoy en día continúan revisando y actualizando sus productos para ofrecer recursos digitales de vanguardia.

Primal afirma proporcionar precisión y detalle en imágenes 3D que han sido creadas por un experto equipo de especialistas en gráficos. Sus imágenes de anatomía se acompañan de animaciones 3D que muestran funciones, biomecánica y procedimientos quirúrgicos. Además, los datos básicos de anatomía 3D se complementan con videos clínicos y textos escritos por algunos de los principales especialistas médicos del mundo.

## **2.5. REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL NERVIIO CIÁTICO:**

El presente trabajo realiza una revisión bibliográfica de artículos de investigación en relación con las variantes anatómicas del nervio ciático y su implicación clínica con el fin de correlacionarlas entre ellas.

### **2.5.1. Estrategia de búsqueda:**

Teniendo en cuenta el objetivo, el primer paso fue buscar información general sobre el tema, utilizando atlas de anatomía, entre los cuales se encontraba el manual “Atlas de anatomía humana” de Frank H.Netter.

A continuación, se utilizaron bases de datos biomédicos para buscar revisiones sobre las posibles variantes anatómicas del nervio ciático y su implicación clínica. Concretamente fueron utilizadas 2 bases de datos: Pubmed y Cochrane, Para encontrar los artículos se utilizaron en primer lugar los términos “sciatic nerve AND variations” y ante la enorme cantidad de 826 resultados se afinó la búsqueda por título y añadiendo la palabra “anatomy”, “piriformis muscle”, “clinical implications” y “piriformis syndrome” para seleccionar los artículos que se refirieran específicamente al objetivo del trabajo.

### **2.5.2. Criterios de inclusión y de exclusión:**

En un primer momento se realizó un cribado mediante la lectura del título y abstract de los diferentes artículos encontrados. En consecuencia, se eliminaron los artículos que: 1) no se centraban en las variantes anatómicas del nervio ciático 2) aquellos artículos que no se centraban en la implicación clínica de las variantes anatómicas y 3) los que no contenían abstract o no era accesible el artículo completo. Esta selección condujo a un total de 28 artículos a los cuales se realizó un segundo

cribado, tras la lectura de los artículos y aplicándoles los criterios de inclusión y exclusión mencionados a continuación. Finalmente se obtuvo un total de 10 artículos válidos para la revisión.

Para ser incluidos en esta revisión los estudios debían de cumplir los siguientes criterios: a) artículos científicos publicados que incluyeran variantes anatómicas del nervio ciático y/o implicación clínica; b) artículos que midieran la correlación entre variantes anatómicas del nervio ciático e implicación clínica; c) dirigidos a la edad adulta; d) artículos en inglés o español; e) con muestra de sujetos de mayor a 1, eliminado por tanto los estudios de caso único ( $n=1$ ), y f) se hayan realizado en el periodo de tiempo entre los años 2010 – 2023.

Como criterios de exclusión, se descartaron todos aquellos estudios que: a) evaluaran una muestra clínica o un colectivo muy específico; b) estudios con patologías que pudieran en cualquier caso causar desviación de la anatomía normal del paciente o fuera relacionada con el sistema nervioso, c) no incluyeran los temas de revisión.

Una vez seleccionados, se establecieron 2 grupos de estudio sobre el tema: uno relacionado con las variantes anatómicas (6 estudios) y otro en relación con la clínica (6 estudios), siendo utilizando dos artículos en ambos grupos.

### 3. RESULTADOS:

#### 3.1. INTRODUCCIÓN A LOS RESULTADOS:

La correlación topográfica entre los resultados de la disección clásica por planos del miembro inferior y las imágenes obtenidas a partir de secciones transversales del “Visible Human Project” es extrapolable con relativa facilidad. Lo mismo ha sucedido con las imágenes obtenidas mediante RM, de uso habitual en distintas especialidades clínicas; son muy similares a cortes anatómicos transversales por lo que su comparación es fácilmente reconocible. Más difícil es el reconocimiento de las estructuras vasculonerviosas y musculoesqueléticas en las imágenes ultrasonográficas aunque tras un aprendizaje con la bibliografía utilizada, se ha podido realizar de manera relativamente consistente.

A lo largo de este trabajo fin de grado se han comparado las distintas imágenes obtenidas mediante varios procesos:

- Disección realizada por el autor de este estudio
- Acceso al “Visible Human Project”
- RM a la que se ha prestado el autor de este estudio
- Búsqueda bibliográfica de imágenes de RM y US

En las siguientes figuras (**Figuras 1-9**) se muestran nueve ejemplos del análisis comparativo realizado. Suponen una síntesis de la información anatómica recopilada en relación con los nervios periféricos del miembro inferior y su relación topográfica con las estructuras musculoesqueléticas. Excepto con las imágenes US, la correlación entre las diferentes técnicas-procesos de imagen utilizados ha sido muy satisfactorio. El reconocimiento de estructuras en los estudios con US es más dinámico, es decir exige un continuo movimiento de la sonda para “perseguir” la estructura a localizar y “seguir” su trayecto. Por tanto la correlación con la imagen estructural de disección o de RM ha sido más compleja porque únicamente se disponía de imágenes fijas de US. No obstante, ha sido asimismo satisfactoria como se puede observar en la iconografía aportada (**Figuras 1, 2, 5 y 7**).

Con la información base aportada en el estudio anterior, el objetivo siguiente ha sido generar un atlas anatómico de secciones horizontales del miembro inferior

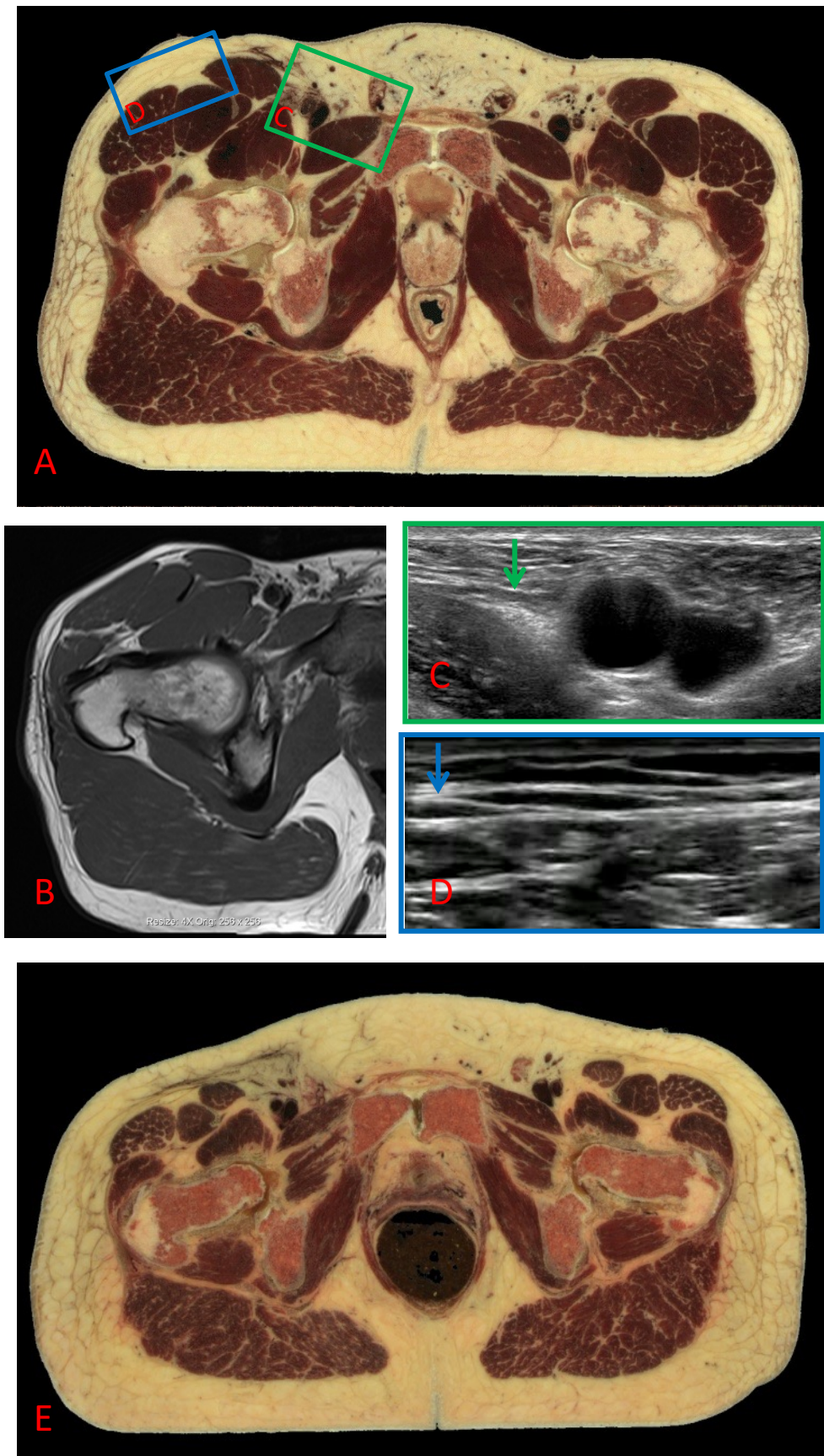
orientativo de la ubicación de los nervios periféricos, el cual se ilustra en las páginas finales de esta sección de resultados “Resultados: Atlas de neuroanatomía seccional”.

Un atlas anatómico seccional puede ser útil para poder examinar e interpretar correctamente las imágenes que proporcionan las técnicas no invasivas para el estudio del cuerpo humano normal y en su caso el patológico. El atlas generado consta de una serie de dibujos de cortes horizontales seleccionados y que consideramos un proyecto abierto a cuantas sugerencias puedan ayudar a mejorar su contenido o formato en el futuro. Estos dibujos se basan inicialmente en fotografías de cadáveres concretos (6 miembros inferiores disecados; Visible Human Project masculino y femenino; ejemplos en **figuras 1-9**) que posteriormente han sido esquematizados y agrupados en los paneles finales de esta sección de resultados en lo que se ha denominado “Atlas de neuroanatomía seccional orientativa del miembro inferior”. Los esquemas muestran las secciones vistas desde distal (caudal).

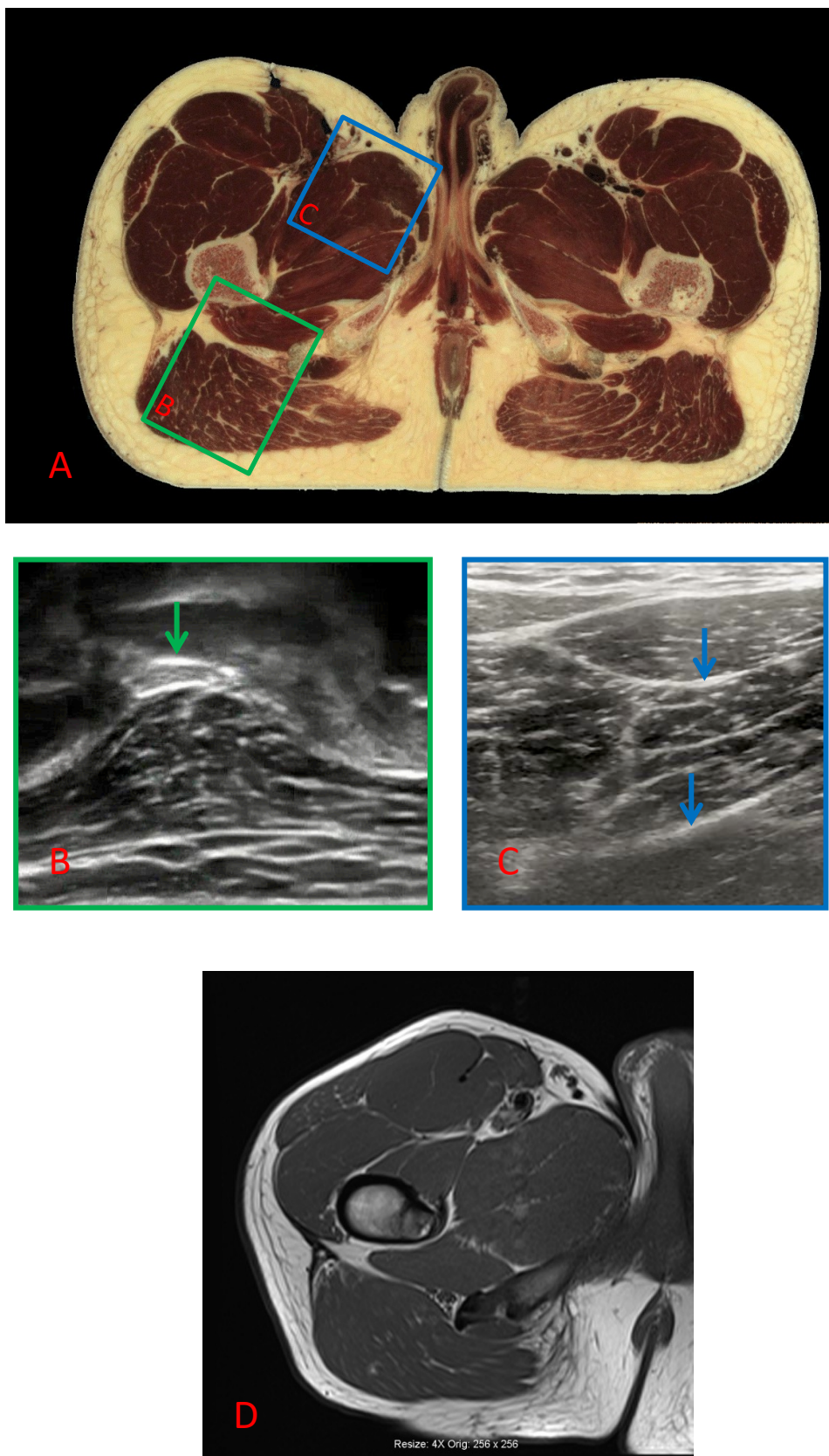
El atlas consta de 15 esquemas, numerados del 1 al 15 de proximal a distal, donde cada uno de ellos ilustra y analiza un nivel de corte horizontal. Cada plano de sección está indicado sobre la imagen frontal del miembro inferior dibujada que aparece al inicio del atlas. Esta imagen muestra la intersección del plano de sección con las estructuras anatómicas óseas que consideramos que pueden ayudar a comprender la imagen seccional resultante. Para la interpretación de cada imagen seccional se ha elaborado un listado de estructuras que han sido enumeradas.

Este estudio, realizado a varios niveles próximo-distales del miembro inferior corrobora la topografía de los nervios periféricos desde varios abordajes anatómicos directos y de imagen. Respecto a la herramienta Primal Pictures no se muestran resultados por no haber satisfecho los estándares de calidad de representación ofrecidos por las otras aproximaciones de imagen.

Por último, con el objetivo de trasladar los conocimientos de la anatomía a la práctica clínica diaria, se detallan los resultados de una revisión sistemática de las distintas maneras de acceder a la nalga del nervio ciático. En él nos encontramos con dos apartados: variantes anatómicas del nervio ciático e implicación clínica, en base a la búsqueda bibliográfica realizada. Para concluir, se muestra una tabla ilustrativa con el fin de relacionar los dos apartados.

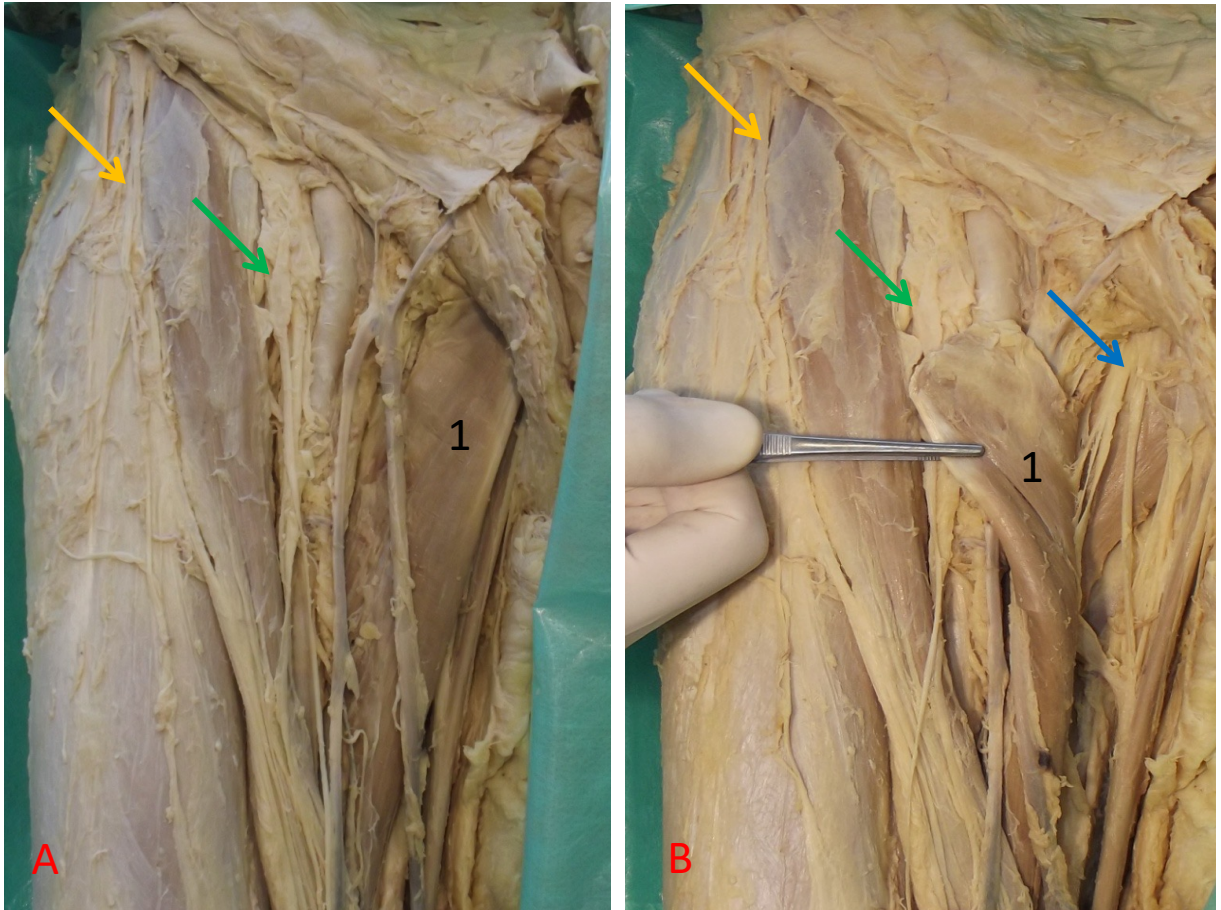


**Figura 1:** Secciones horizontales cadavéricas (A: varón; E: mujer) y de resonancia magnética (B) correspondientes al nivel 2 del atlas de neuroanatomía seccional donde se indican las estructuras visibles. Las imágenes ecográficas (C y D) se corresponden con los recuadros señalados en A y mediante flechas se indica los nervios femoral (C) y cutáneo femoral lateral (D) derechos.



**Figura 2:** Sección horizontal cadavérica (A) y de resonancia magnética (D) correspondientes al nivel 4 del atlas de neuroanatomía seccional donde se indican las estructuras visibles. Las imágenes ecográficas (B y C) se corresponden con los recuadros señalados en A y mediante flechas se indican los nervios ciático derecho (B) y obturador derecho (C) con sus dos ramas: anterior y posterior



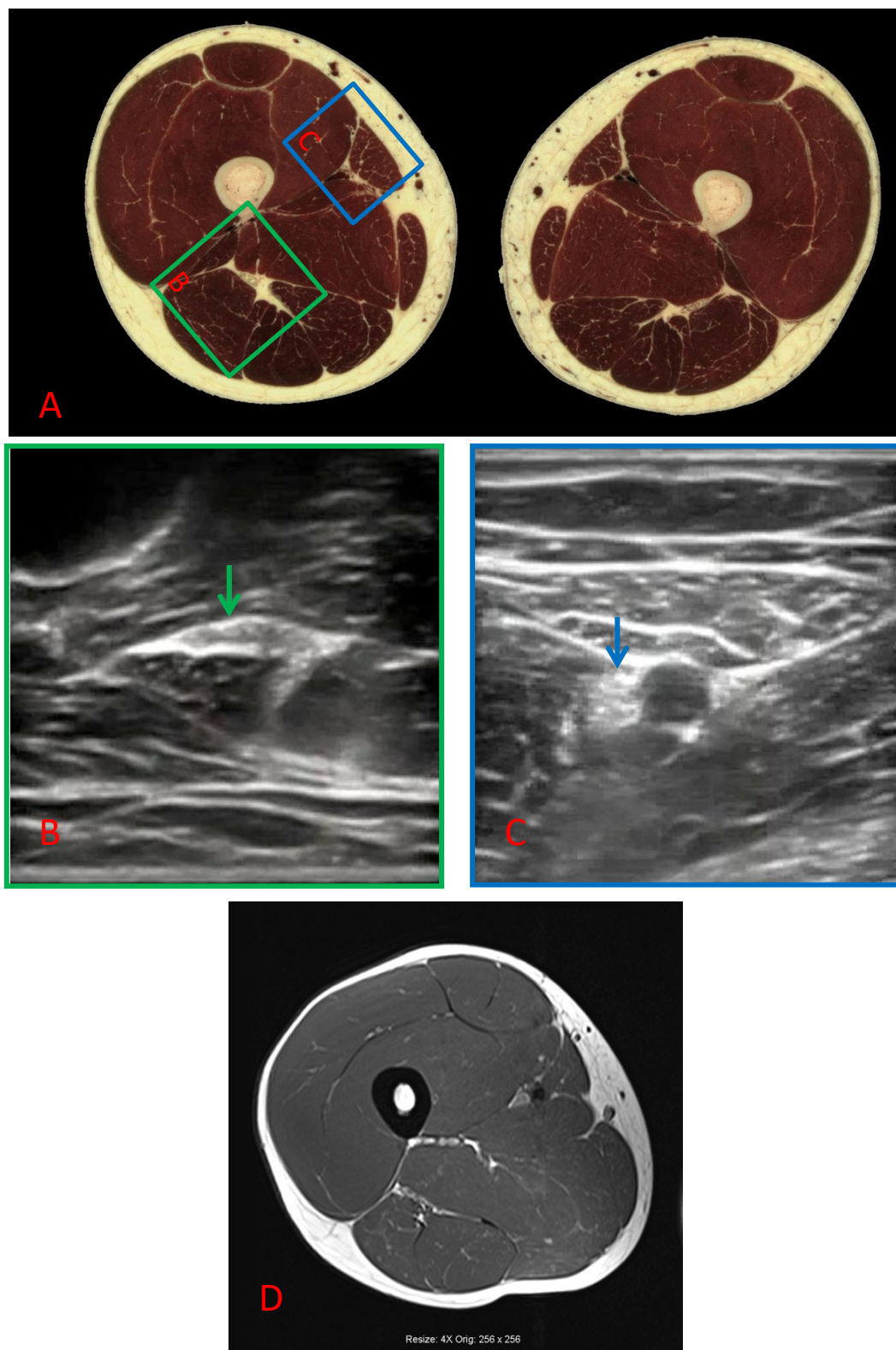


**Figura 3:** Panorama anterior del muslo derecho tras su disección donde indican mediante flechas los troncos de los nervios cutáneo femoral lateral (naranja); femoral (verde) y la rama anterior del nervio obturador (azul) antes de ramificarse. Para visualizar el nervio obturador, en B se ha seccionado y retirado desde el pubis el músculo aductor largo (1 en A y B).

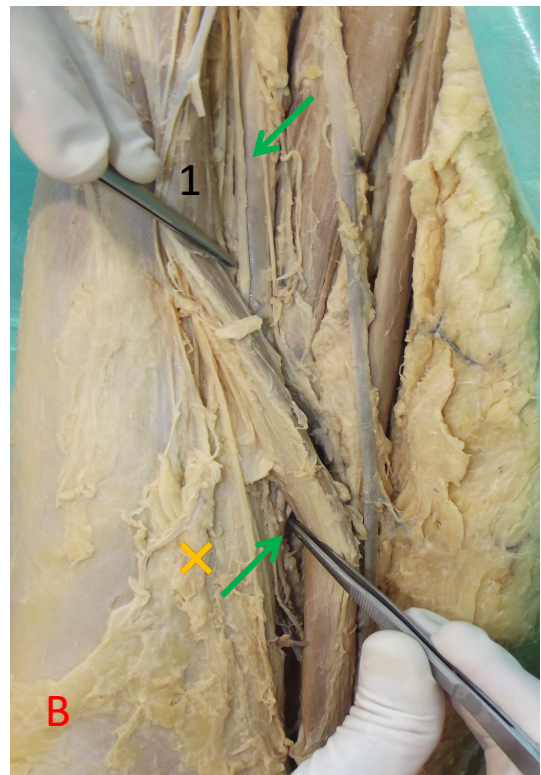


**Figura 4:** Nalga, panorama posterior del muslo, y fosa poplítea derechas tras su disección donde indican mediante flechas los troncos de los nervios cutáneo femoral posterior (verde) y ciático (azul). Para visualizar el nervio ciático, en B se ha seccionado y retirado desde su inserción medial el músculo glúteo mayor (1 en A y B).

✕ Indica la misma localización en A y B.

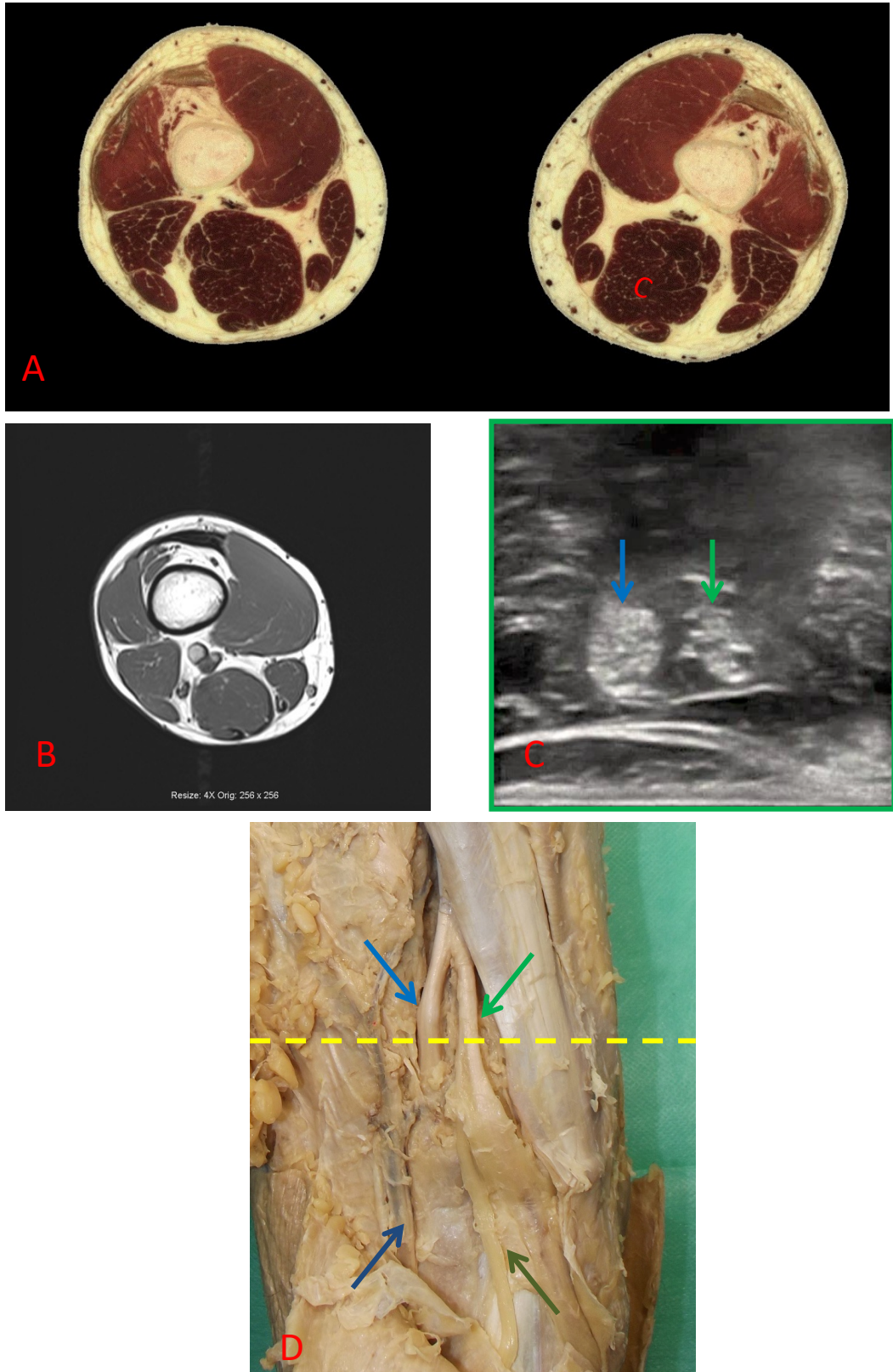


**Figura 5:** Sección horizontal cadavérica (A) y de resonancia magnética (D) correspondientes al nivel 8 del atlas de neuroanatomía seccional donde se indican las estructuras visibles. Las imágenes ecográficas (B y C) se corresponden con los recuadros señalados en A y mediante flechas se indican los nervios ciático (B) y safeno (C) derechos.

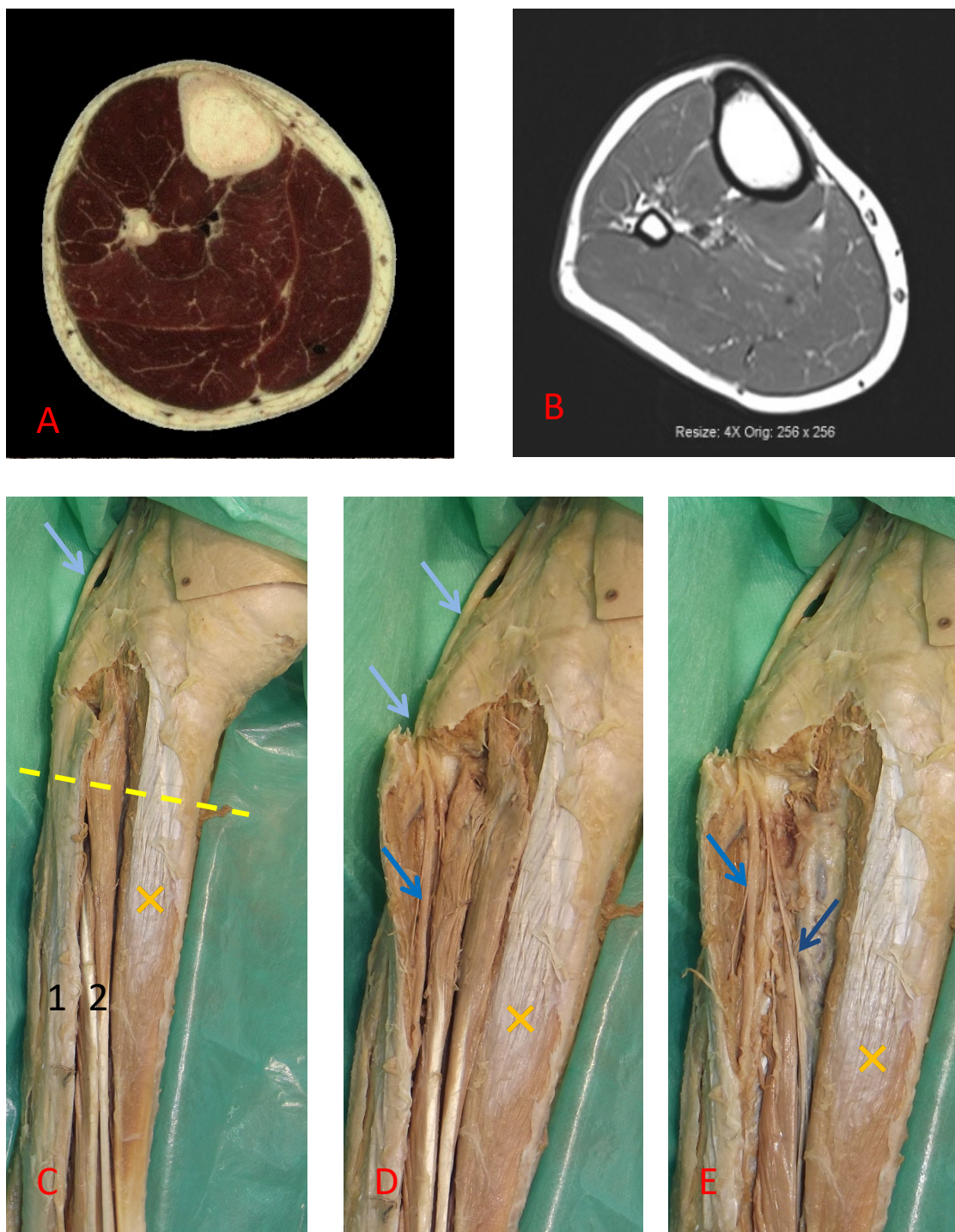


**Figura 6:** Panorama anterior del muslo tras su disección donde se indican mediante flechas el tronco del nervio femoral (verde en A) y su ramo safeno (verde en B). Para visualizar el nervio safeno, en B se ha rechazado el músculo sartorio (1 en A y B).

✕ Indica la misma localización en A y B.

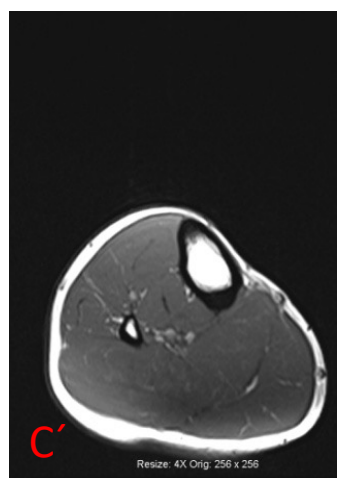
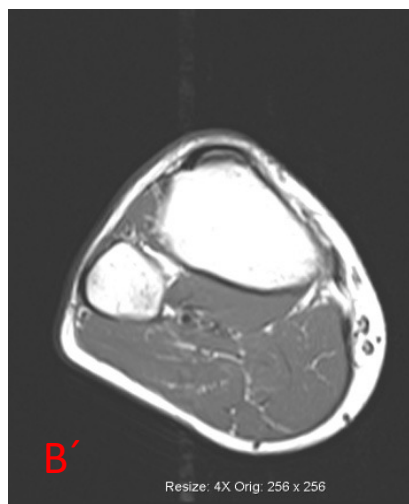
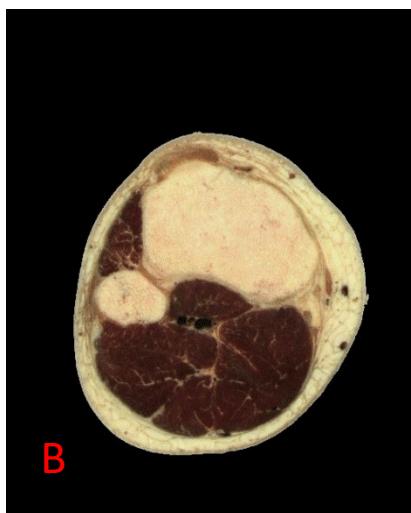


**Figura 7:** Sección horizontal cadavérica (A) y de resonancia magnética (B) correspondientes al nivel 11 del atlas de neuroanatomía seccional donde se indican las estructuras visibles. La imagen ecográfica (C) se corresponde con la línea intermitente amarilla del recuadro D y mediante flechas se indican los nervios tibial (azul) y peroneo común (verde) derechos. En D se muestra una disección de la fosa poplítea derecha en la que se indican con flechas los nervios tibial y cutáneo sural medial (azul claro y oscuro respectivamente) y los nervios peroneo común y cutáneo sural lateral (verde claro y oscuro respectivamente).



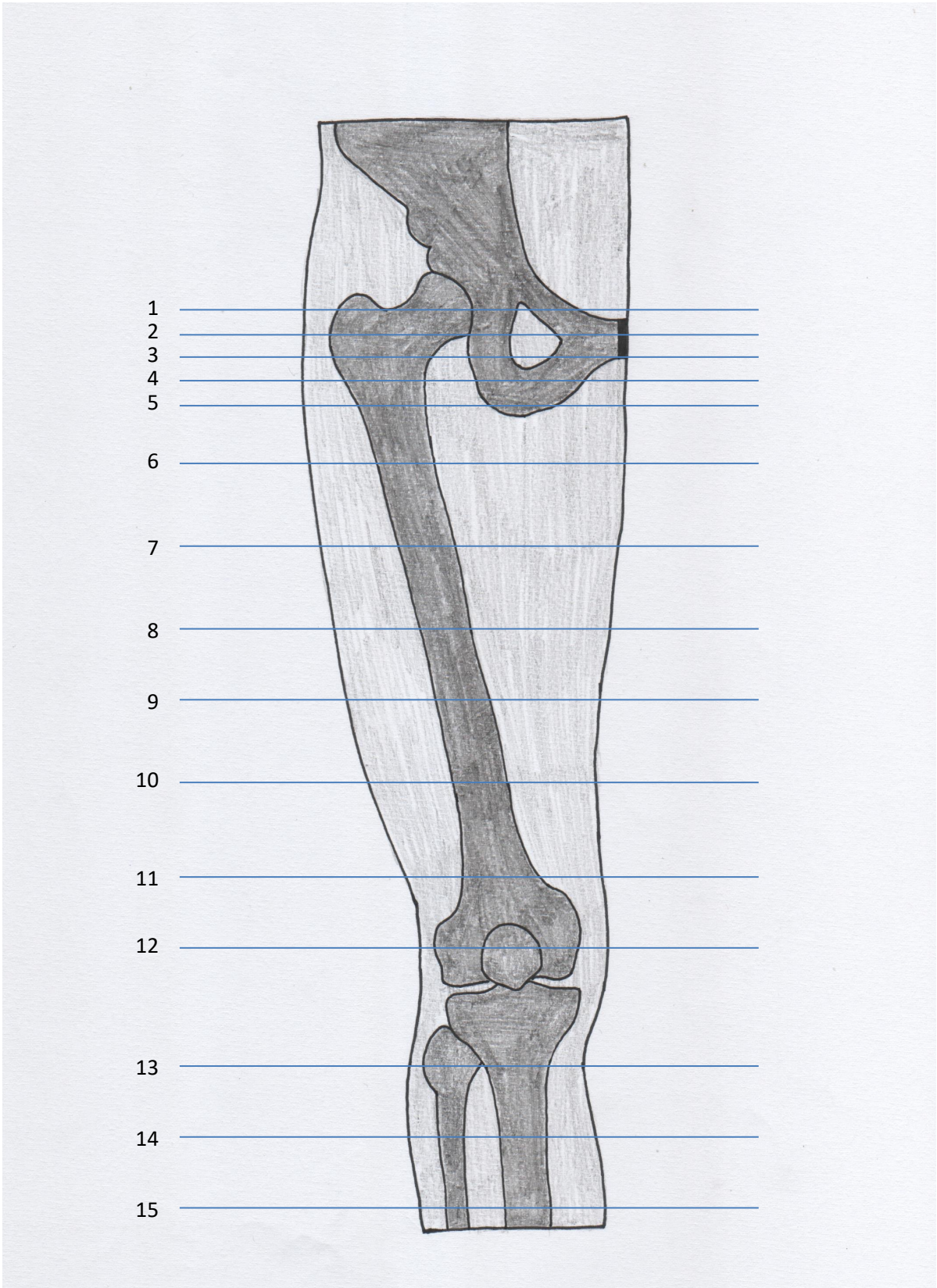
**Figura 8:** Sección horizontal cadavérica (A) y de resonancia magnética (B) correspondientes al nivel 14 del atlas de neuroanatomía seccional donde se indican las estructuras visibles y al nivel de corte representado en C (línea intermitente amarilla). En C-E se observa la región anterolateral de la pierna derecha en la que la disección progresiva de los músculos peroneos (1) y extensores (2) permite observar el nervio peroneo común y sus ramos mediante flechas: nervio peroneo común (azul claro); peroneo superficial (azul oscuro) y peroneo profundo (azul marino).

✕ Indica misma localización en C-E.



**Figura 9:** Secciones horizontales cadavéricas (A-C) y de resonancia magnética (A'-C') del miembro inferior derecho correspondientes a los niveles 12 (A-A'), 13 (B-B'), y 14 (C-C') del atlas de neuroanatomía seccional donde se indican las estructuras visibles.

### 3.3. ATLAS DE NEUROANATOMÍA SECCIONAL ORIENTATIVA DEL MIEMBRO INFERIOR DERECHO





## LISTADO DE ESTRUCTURAS

### Músculos de referencia

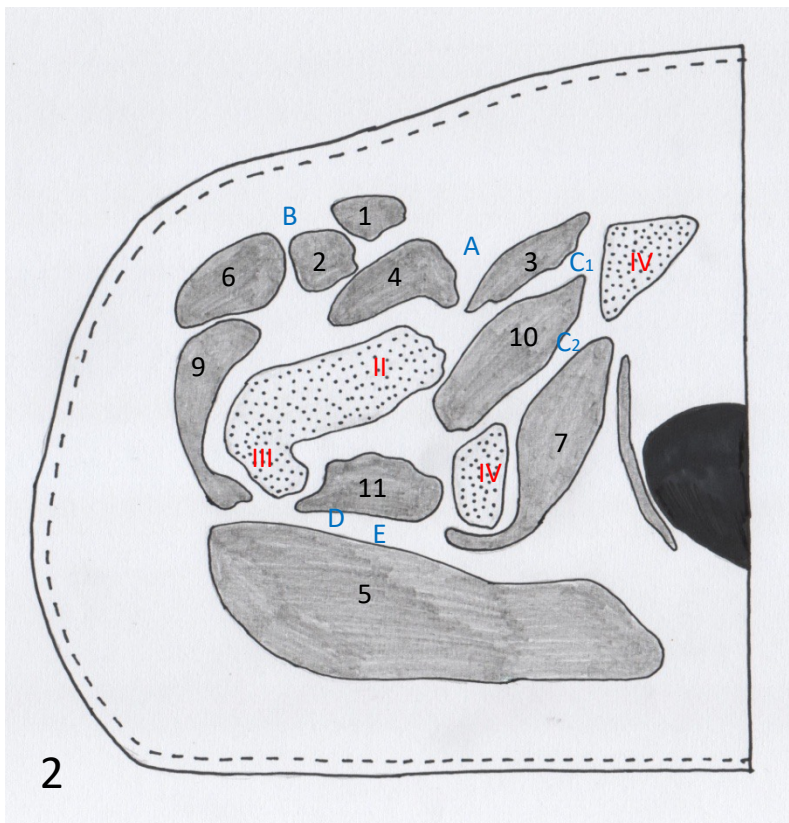
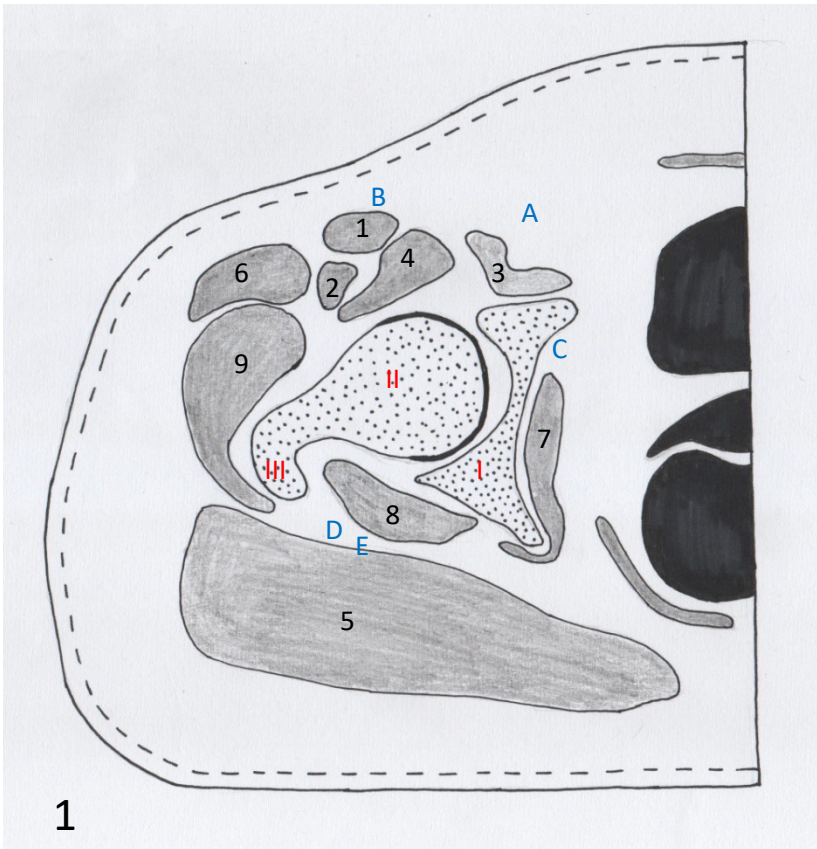
- 1 Sartorio
- 2 Recto femoral
- 3 Pectíneo
- 4 Psoas iliaco
- 5 Glúteo mayor
- 6 Tensor de la fascia lata
- 7 Obturador interno
- 8 Gémino superior
- 9 Glúteos medio y menor
- 10 Obturador externo
- 11 Cuadrado femoral
- 12 Vasto lateral
- 13 Aproximador corto
- 14 Aproximador largo
- 15 Aproximador mayor
- 16 Semitendinoso
- 17 Semimembranoso
- 18 Vasto intermedio
- 19 Recto interno o gracilis
- 20 Vasto medial
- 21 Bíceps femoral (cabeza larga)
- 22 Bíceps femoral (cabeza corta)
- 23 Gemelo lateral
- 24 Gemelo medial
- 25 Plantar
- 26 Tibial anterior
- 27 Extensor largo de los dedos
- 28 Poplíteo
- 29 Sóleo
- 30 Extensor largo del dedo gordo
- 31 Peroneos
- 32 Tibial posterior
- 33 Flexor largo de los dedos
- 34 Flexor largo del primer dedo

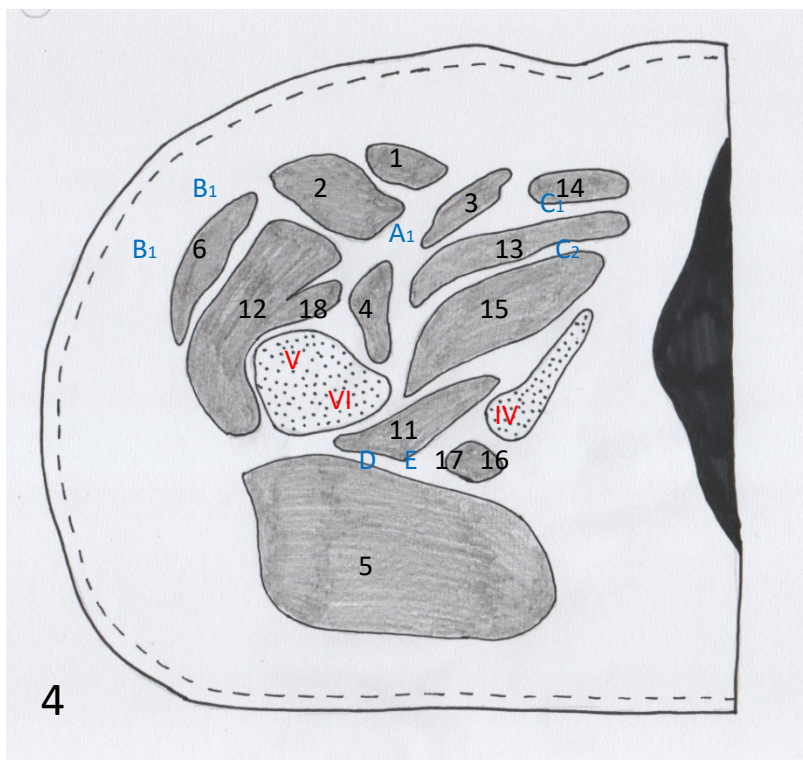
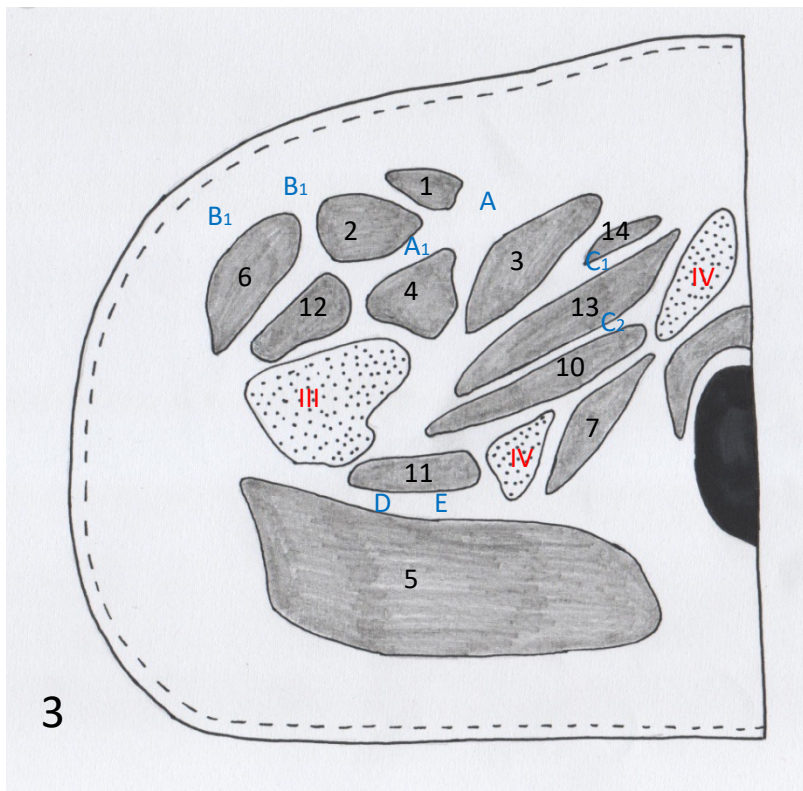
### Estructuras óseas

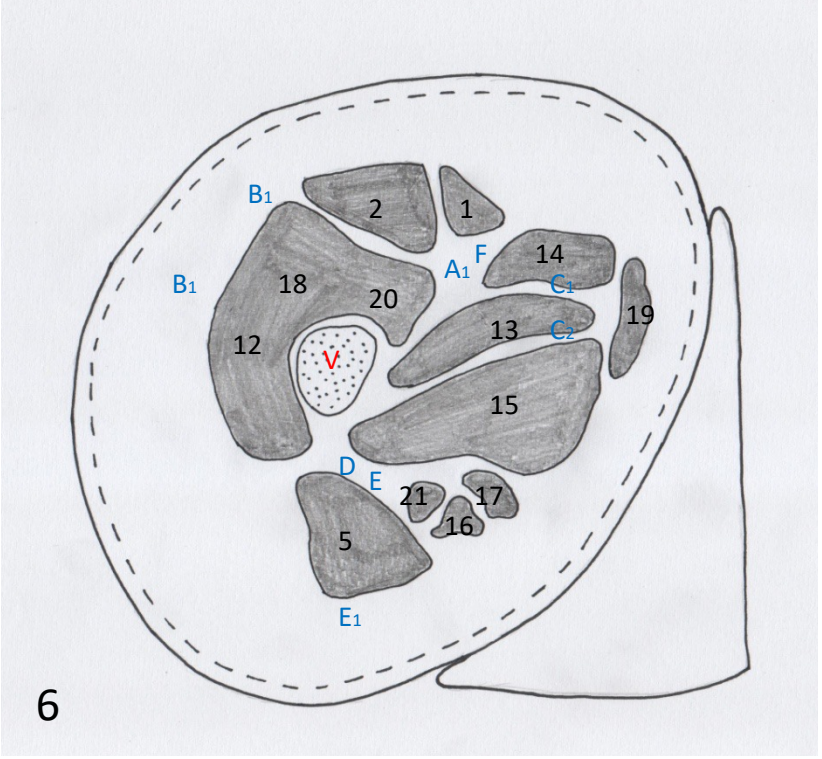
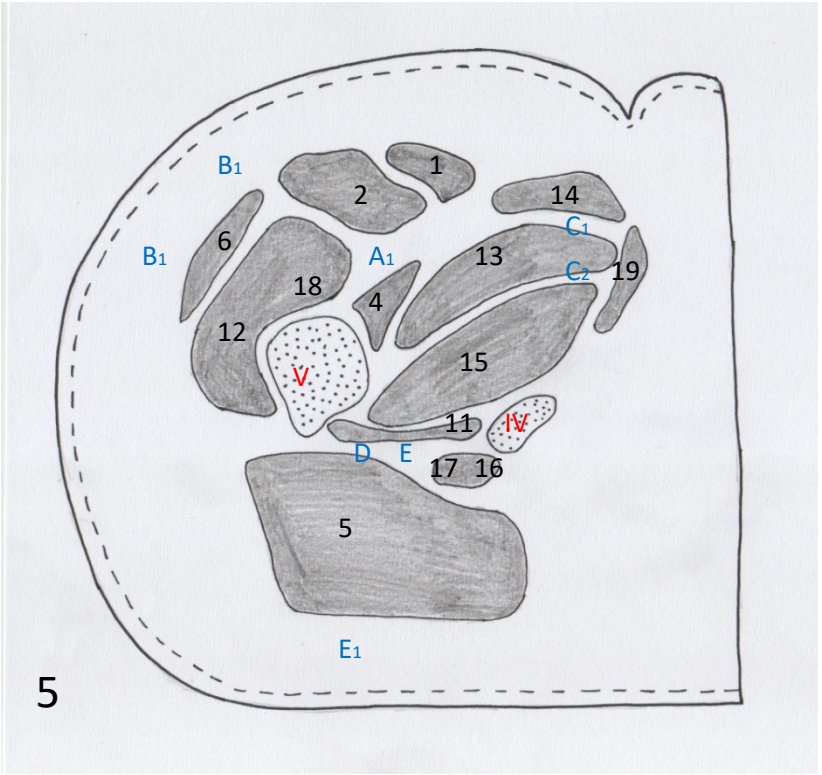
- I Acetábulo
- II Cabeza femoral
- III Trocánter mayor
- IV Isquion y tuberosidad isquiática
- V Cuerpo del fémur
- VI Trocánter menor
- VII Cóndilos femorales
- IX Rótula
- X Tibia
- XI Peroné

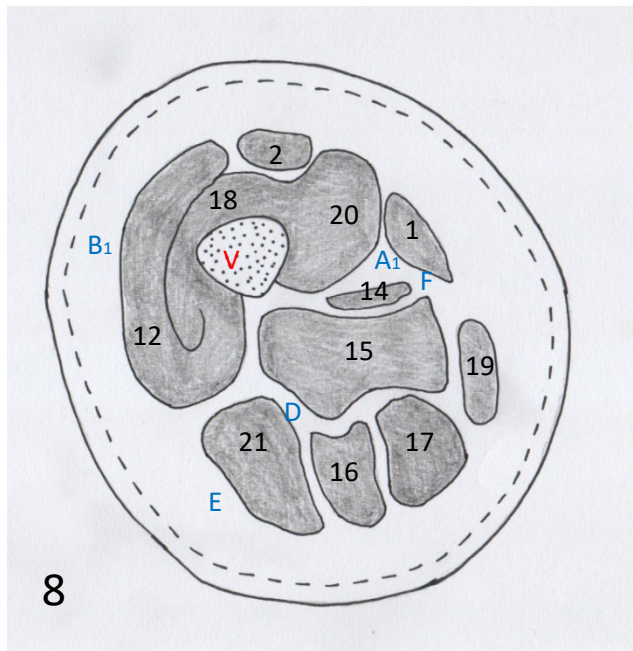
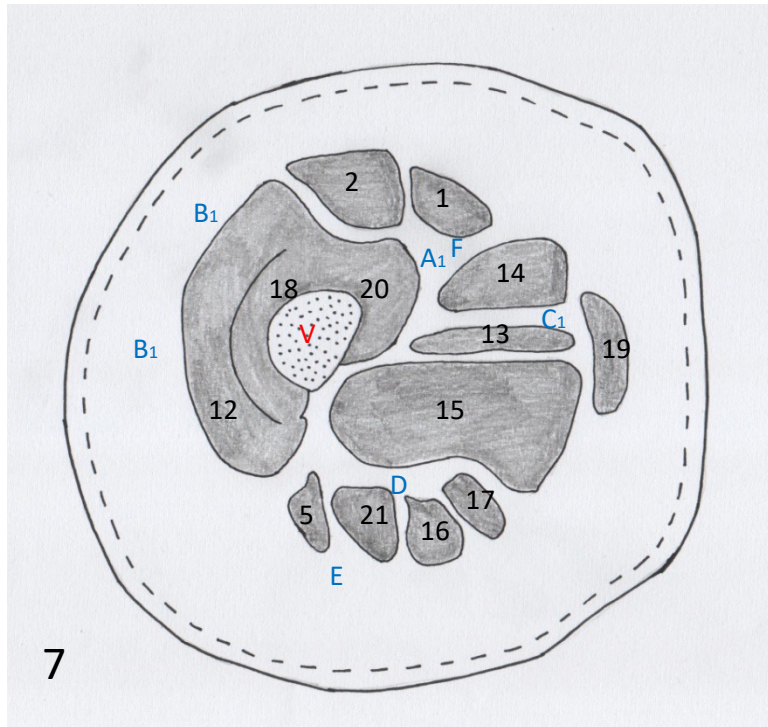
### Nervios

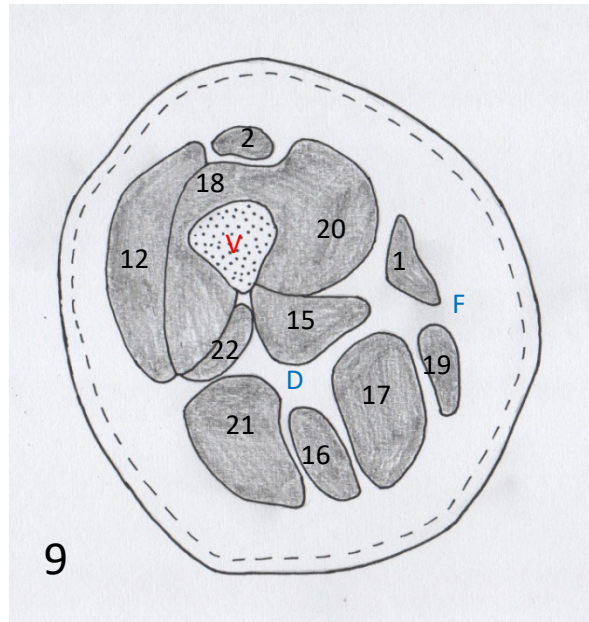
- A Femoral
- A1 Ramificación del femoral
- B Cutáneo femoral lateral
- B1 Ramificación del cutáneo femoral lateral
- C Obturador
- C1 Rama anterior del obturador
- C2 Rama posterior del obturador
- D Ciático
- E Cutáneo femoral posterior
- E1 Ramos clúneos inferiores del cutáneo femoral posterior
- F Safeno
- G Tibial
- H Peroneo
- H1 Peroneo superficial
- H2 Peroneo profundo
- I Sural
- (no se representan nervios génito-femoral, ilioinguinal, glúteos)



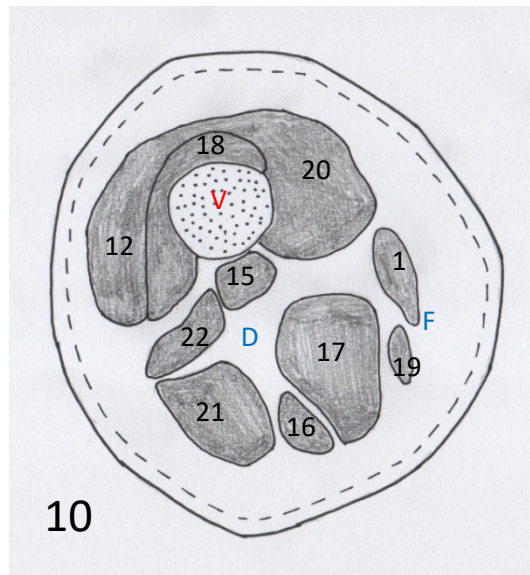




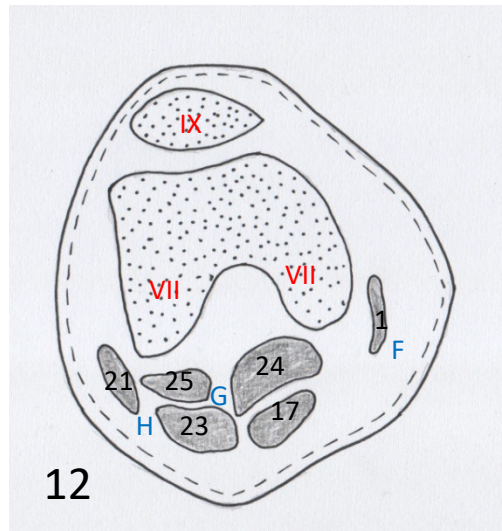
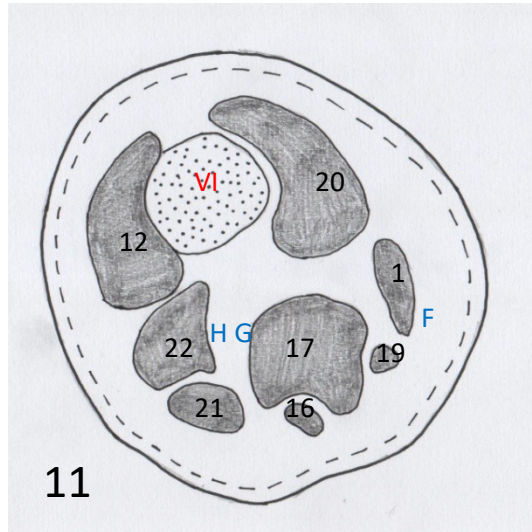


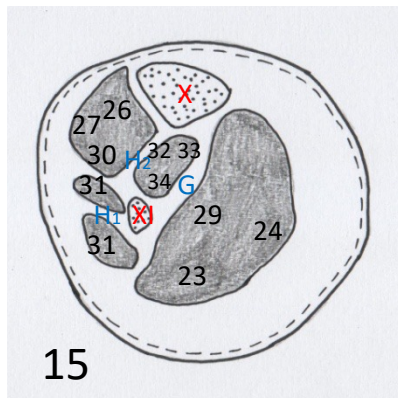
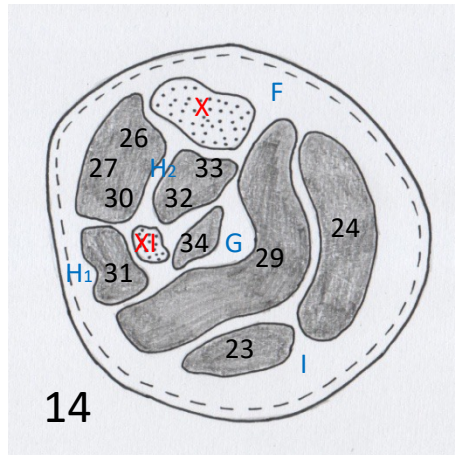
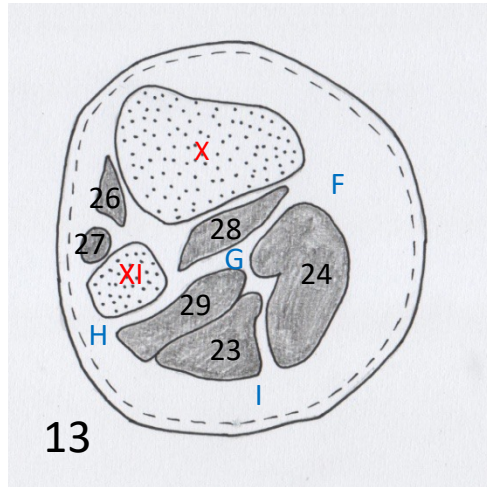


9



10







### 3.4. VARIANTES ANATOMICAS DEL NERVIPO CIATICO Y SU IMPLICACION CLINICA

Tras la búsqueda y elección de los artículos se fijaron dos grupos: en primer lugar, sobre las variantes anatómicas del nervio ciático y, en segundo lugar, acerca de las variantes anatómicas, como podemos ver a continuación.

#### 3.4.1. Variantes anatómicas del nervio ciático:

Los datos de los estudios incluidos fueron extraídos individualmente y correlacionados entre ellos. Se incluyeron un total de 6 estudios (siendo uno de ellos un metaanálisis) sobre las variaciones del nervio ciático con respecto al músculo piriforme. Tras la recogida de datos, el sistema utilizado para la clasificación de las variantes anatómicas fue similar al desarrollado por Beaton y Anson.<sup>22</sup>

Los patrones de acceso al miembro inferior (nalga) desde la cavidad pélvica del nervio ciático (NC) y su relación con el músculo piramidal (MP) fueron clasificados de la siguiente manera:<sup>18,23,24,25,26</sup>

- Tipo A: el NC sale de la pelvis sin dividirse por debajo del MP.
- Tipo B: el NC se divide intrapélvico. El nervio peroneo común (NPC) accede a la nalga perforando el MP, y nervio tibial (NT) se aparece por debajo de MP.
- Tipo C: el NC se divide en la pelvis. El NPC cursa sobre el MP y el NT se encuentra por debajo de MP.
- Tipo D: el NC sale de la pelvis sin dividirse perforando el MP.
- Tipo E: el NC se divide en la pelvis. El NPC cursa sobre el MP, y el NT perfora el MP.
- Tipo F: el NC sale de la pelvis indiviso cursando sobre el MP.
- Tipo G: el NC se divide en la pelvis y tanto el NPC como el NT cursan por separado por debajo de la MP.

De todas ellos, los estudios demuestran que el patrón de tipo A es el más habitual, considerándose el patrón de salida normal del NC. Se le estima una prevalencia en la población del 85%.<sup>24</sup>

La variación más frecuente es la Tipo B, con una prevalencia del 10%. No obstante, el análisis de subgrupos según la geografía mostró que la variación de Tipo B tiene una mayor prevalencia en la población asiática (17%) frente al resto de poblaciones y cuando se analiza en función del sexo, la de tipo B es casi el doble de frecuente en mujeres que en los hombres.<sup>24</sup>

El tipo C, es la siguiente variante de salida del NC en cuanto a prevalencia y también involucra una bifurcación temprana en la pelvis. Esta variante está presente en el 2% de la población sin diferencias importantes basadas en el sexo o la geografía.<sup>24</sup>

Las variaciones más raras Tipos D, E, F y G se estima que afectan a menos del 1% de la población total cada una de ellas. Asimismo, como peculiaridad, de los seis artículos analizados sólo el metaanálisis contempla la variante G, siendo el resto de la clasificación afín en los diferentes artículos.<sup>18,23,24,25,26</sup>

### **3.4.2. Implicación clínica:**

La relación entre la variante anatómica del nervio ciático y síndromes radiculares se ha sospechado desde que Beaton y Anson publicó su trabajo seminal en 1937 (Beaton y Anson, 1937). A partir de entonces intentar comprender la etiología del síndrome piramidal ha sido un reto para los investigadores. Recientes artículos, han demostrado que el patrón tipo A es una causa potencialmente común del síndrome piramidal, especialmente cuando se combina con otros factores funcionales como el espasmo/hipertrofia del músculo piriforme y la articulación sacroilíaca en contranutación (movimiento de traslación posterior del promontorio del sacro).<sup>27</sup>

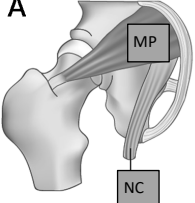
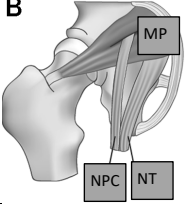
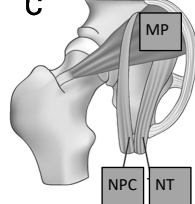
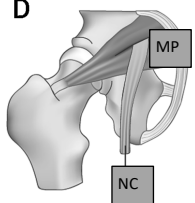
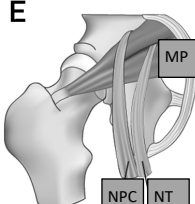
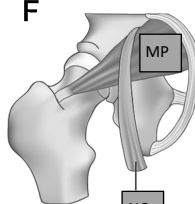
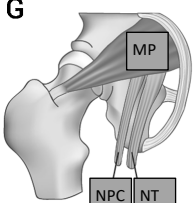
Respecto a las técnicas de imagen, se puede considerar el uso de la RM preoperatoria para prevenir la lesión iatrogena en cirugía pélvica. No sólo eso, sino que las imágenes también pueden ser útiles en pacientes con dolor de cadera inexplicable para evaluar las variaciones en la que se pueden considerar la cirugía descompresiva endoscópica. No obstante, se consideran que es necesario la realización de más estudios complementarios para poner en valor la RM preoperatoria.<sup>19,20</sup>

En la anestesia, las variantes como la división alta del nervio pueden provocar lesiones nerviosas durante las inyecciones intramusculares profundas, fallo de anestesia en el bloqueo del nervio y síndrome piramidal. Las variaciones en el curso del NC pueden

complicar la cirugía y en la interpretación de la neuropatía ciática. Por lo tanto, se recomiendan imágenes del nervio y precaución en las intervenciones de la región glútea.<sup>23</sup>

Por último, en la cirugía de cadera es necesaria la desinserción completa de los músculos para dislocar la articulación. Cuando se libera, la inserción de los músculos piramidales se retrae, mejorando la aducción y la rotación interna. En una situación anatómica "estándar", este hecho no debería influir en el estado del nervio ciático. Sin embargo, en algunas de las variantes descritas, la contractura del piriforme puede causar un sobreestiramiento y compresión del nervio ciático.<sup>21</sup>

**Tabla 3 (Patrones de salida del nervio ciático y sus implicaciones clínicas)** <sup>19,20,21,23,24,27</sup>

Variantes y %	Visión posterior de nalga derecha (esquema)	Implicaciones clínicas
<p>Tipo A (patrón predominante)</p> <p>85%</p>	<p><b>A</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo A, como principal causante del síndrome piramidal.</li> <li>• Importancia de la RM para el diagnóstico en dolores de cadera inexplicables.</li> <li>• Neuralgias postoperatorias</li> <li>• Importancia de las técnicas de imagen y el conocimiento de las variantes para evitar lesiones iatrogénicas (anestesia, traumatología, ...)</li> </ul>
<p>Tipo B</p> <p>10%</p>	<p><b>B</b></p> 	
<p>Tipo C</p> <p>2%</p>	<p><b>C</b></p> 	
<p>Tipo D</p> <p>&lt;1%</p>	<p><b>D</b></p> 	
<p>Tipo E</p> <p>&lt;1%</p>	<p><b>E</b></p> 	
<p>Tipo F</p> <p>&lt;1%</p>	<p><b>F</b></p> 	
<p>Tipo G</p> <p>&lt;1%</p>	<p><b>G</b></p> 	

**Listado de siglas:** músculo piramidal (MP), nervio ciático (NC), nervio tibial (NT) y nervio peroneo común (NPC).

#### 4. DISCUSIÓN:

Familiarizarse con la anatomía topográfica regional de los nervios periféricos es crucial en diversas especialidades médicas (anestesia, cirugía, traumatología; radiología diagnóstica e intervencionista,...). Un conocimiento previo de la distribución tridimensional de los nervios periféricos contribuye a que la valoración bidimensional de US o de RM sea más precisa. En ese contexto, comparar los hallazgos de una disección cadavérica reglada con los de los modelos accesibles ha permitido contrastar su importancia como método válido de aprendizaje y de confianza al abordar la exploración clínica real en el paciente.

En concreto el presente trabajo fin de grado ha analizado los resultados de la disección del miembro inferior con los modelos publicados en “Primal Pictures” y “Visible Human Project” así como con las imágenes de US y de RM correlacionables obtenidas a partir de la bibliografía existente en la base de datos PubMed. Tras la síntesis realizada para la descripción de los resultados y el análisis de los mismos, se puede afirmar que existe una correlación clara entre las diferentes técnicas de valoración del miembro inferior utilizadas. Los resultados de la disección clásica por planos del miembro inferior y las imágenes obtenidas a partir de secciones transversales del “Visible Human Project” y de RM es extrapolable con relativa facilidad. La interpretación de las imágenes de ultrasonografía ha sido más difícil, aunque tras un aprendizaje con la bibliografía utilizada, se ha podido realizar de manera relativamente consistente. Es de destacar que, en la práctica clínica, el reconocimiento de estructuras mediante US es dinámico, exigiendo un desplazamiento continuado de la sonda de exploración para localizar la estructura y seguir su trayecto. Así, la correlación de las imágenes de US obtenidas a partir de la bibliografía consultada, con la imagen estructural de disección o de RM ha sido más compleja porque únicamente se disponía de imágenes fijas de US. Respecto a la herramienta Primal Pictures no se muestran resultados por no haber satisfecho los estándares de calidad de representación ofrecidos por las otras aproximaciones de imagen.

La disección ha sido uno de los apartados de este trabajo fin de grado más satisfactorios. Ha conllevado bastante dedicación pero ha aportado un gran valor puesto que proporciona un conocimiento anatómico real en un cadáver humano, permitiendo tocar y seguir el recorrido-trayecto de los nervios periféricos del miembro inferior. Asimismo, ha contribuido a visualizar las estructuras músculoesqueléticas y vasculares circundantes que posteriormente se han analizado en los cortes transversales (horizontales).

Como se ha comentado previamente, el programa “Primal Pictures”, en el que se tenían grandes expectativas, no ha sido de ayuda. La resolución de las imágenes y herramientas dentro del programa han resultado ser de poca utilidad dado su mala calidad. Es por ello por lo que se decidió prescindir de este programa.

Respecto a la RM, sigue siendo la referencia de imagen estándar para una amplia gama de trastornos, aunque la US de músculo esquelética es un complemento importante, y en algunos casos, alternativo a la RM. En muchos casos la US debe de ser la prueba de elección sobre la base de las siguientes ventajas respecto a la RM: mayor resolución (mayor precisión en la localización), supone un examen dinámico en tiempo real, no tiene limitaciones por prótesis del paciente; mejor diferenciación entre estructuras sólidas y líquidas, etc. La US es un campo en continuo avance cuya utilización requiere un arduo aprendizaje. El análisis realizado en el presente trabajo fin de grado creemos que puede ser aplicado como entrenamiento preclínico antes del abordaje práctico-clínico y como tal se podría ofertar a las especialidades médicas implicadas, dado que, muchos anestesiistas y radiólogos se dirigen al departamento para “reaprender” la anatomía. De ahí el título de este trabajo.

Un apartado importante del presente trabajo fin de grado ha sido generar un atlas seccional orientativo del miembro inferior. Esta tarea implicaba un alto conocimiento de la anatomía del miembro inferior, amén de una destreza para el dibujo desde un enfoque transversal para saber visualizar e identificar cada estructura. Como se ha mencionado previamente, un atlas anatómico seccional puede ser útil para examinar e interpretar correctamente las imágenes que proporcionan las técnicas no invasivas para el estudio del cuerpo humano normal y en su caso el patológico. El atlas generado es un proyecto abierto a todas aquellas sugerencias y revisiones que

ayuden a mejorar su contenido o formato en el futuro y a ampliarlo a otras regiones anatómicas.

Otro apartado importante ha sido analizar las variantes anatómicas de acceso a la nalga del nervio ciático. Se ha visto en la revisión bibliográfica, que el patrón más habitual es el denominado tipo A (saliendo de la pelvis sin dividirse por debajo del músculo piramidal). Sin embargo, las variaciones en la anatomía del NC son bastante comunes y son de vital importancia cuando se trata de evaluar el riesgo y evitar lesiones iatrogénicas durante la artroscopia de cadera y bloqueos nerviosos. A largo plazo complicaciones como la ciática pueden surgir fácilmente por lesión del NC por tensión, lesiones o traumatismos directos, con una importante implicación clínica, a saber, en Anestesiología, Neurología, Cirugía traumatológica, etc.

## 5. CONCLUSIÓN:

- ❖ Remarcar la correlación anatómica encontrada y esperada entre la disección, RM y la US.
- ❖ El importante valor de la disección y el atlas anatómico realizado, y por el otro lado la poca utilidad del “Primal Pictures”.
- ❖ Respecto a los patrones de salida a nalga del nervio ciático y su relación con la clínica, podemos concluir que una comprensión adecuada de las variantes anatómicas y su prevalencia es crucial para evitar estas lesiones y complicaciones postoperatorias.
- ❖ La consideración de la RM y la US como herramientas diagnósticas en las variantes anatómicas.
- ❖ Sin embargo, los datos de nuestro estudio sugieren que estudios más amplios son necesarios para evaluar las variaciones del nervio ciático en pacientes diagnosticados con ciática y el resto de implicaciones clínicas (anestesiología, neurología, cirugía traumatológica, etc.)

Por último, me gustaría remarcar la importancia de las asignaturas básicas, como es el caso de la anatomía, no sólo en la formación de los estudiantes de grado sino también para los diferentes profesionales del área sanitaria e investigación, con un papel crucial en el entendimiento, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades.



## 6. BIBLIOGRAFÍA:

1. Shaffer K. Teaching anatomy in the digital world. *N Engl J Med.* 2004;351(13):1279-81. Doi: 10.1056/NEJMp048100
2. Enneking FK, Chan V, Greger J, Hadžić A, Lang SA, Horlocker TT. Lower-extremity peripheral nerve blockade: Essentials of our current understanding. *Regional anesthesia and pain medicine.* 2005;30(1):4-35. Doi:10.1016/j.rapm.2004.10.002
3. Kowalska B, Sudoł-Szopińska I. Normal and sonographic anatomy of selected peripheral nerves. Part III: Peripheral nerves of the lower limb. *Journal of Ultrasonography.* 2012;12(49):148-163. Doi:10.15557/JoU.2012.0003
4. Patni P, Hayman LA, Duncan G, Chiou-Tan F, Taber KH. Sectional Neuroanatomy of the Lower Limb I: Lower Back and Hip. *Journal of computer assisted tomography.* 2001;25(4):656-660. Doi: 10.1097/00004728-200107000-00024
5. Taber KH, Duncan G, Chiou-Tan F, Patni P, Hayman LA. Sectional Neuroanatomy of the Lower Limb II: Leg and Foot. *Journal of computer assisted tomography.* 2001;25(5):823-826. Doi: 10.1097/00004728-200109000-00025
6. Choquet O, Capdevila X, Bennourine K, Feugeas J, Bringuier-Branchereau S, Manelli J. A New Inguinal Approach for the Obturator Nerve Block. *Anesthesiology (Philadelphia).* 2005;103(6):1238-1245. Doi:10.1097/00000542-200512000-00020
7. Donovan A, Rosenberg ZS, Cavalcanti CF. MR imaging of entrapment neuropathies of the lower extremity. Part 2. The knee, leg, ankle, and foot. *Radiographics.* 2010;30(4):1001-1019. Doi:10.1148/rg.304095188
8. Petchprapa CN, Rosenberg ZS, Sconfienza LM, Cavalcanti CFA, Vieira RLR, Zember JS. MR imaging of entrapment neuropathies of the lower extremity. Part 1. The pelvis and hip. *Radiographics.* 2010;30(4):983-1000. Doi: 10.1148/rg.304095135
9. Burge AJ, Gold SL, Kuong S, Potter HG. High-Resolution Magnetic Resonance Imaging of the Lower Extremity Nerves. *Neuroimaging clinics of North America.* 2014;24(1):151-170. Doi:10.1016/j.nic.2013.03.027
10. Lewis SR, Price A, Walker KJ, McGrattan K, Smith AF, Lewis SR. Ultrasound guidance for upper and lower limb blocks. *Cochrane database of systematic reviews.* 2015;2015(9):CD006459. Doi: 10.1002/14651858.CD006459.pub3

11. Jastrow H, Vollrath L. Teaching and learning gross anatomy using modern electronic media based on the visible human project. *Clinical anatomy* (New York, N.Y.) 2003;16(1):44-54. Doi:10.1002/ca.10062
12. Anatomy Atlases [Internet]. Michael P. Alessandro and Ronald A. Bergman;2023[consulta, 14/02/2023]. Disponible en: <http://www.anatomyatlases.org/>
13. Ahlawat S, Carrino JA. Three-Dimensional Imaging of Lower Limb Neuropathies. *Semin Musculoskelet Radiol.*2015;19(02):168. Doi:10.1055/s-0035-1546461
14. Moayeri N, Geffen GJv, Bruhn J, Chan VW, Groen GJ. Correlation among ultrasound, cross-sectional anatomy, and histology of the sciatic nerve: a review. *Regional anesthesia and pain medicine.*2010;35(5):442-9. Doi:10.1097/AAP.0b013e3181ef4cab
15. Netter FH. Atlas of human anatomy. 7th ed. Philadelphia, Pa: Elsevier; 2019.
16. Primal Pictures [Internet]. London: Pharma Intelligence; 2023 [consulta, 14/02/2023]. Disponible en: <https://www.primalpictures.com>.
17. Visible Human Project [Internet]. Bethesda: The National Library of Medicines; 2019 [consulta, 14/02/2023]. Disponible en:[https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible\\_human.html](https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html).
18. Pais D, Casal D, Bettencourt Pires MA, Furtado A, Bilhim T, Angélica-Almeida M, et al. Sciatic nerve high division: two different anatomical variants. *Acta Med Port.* 2013;26(3):208-11.
19. Khan H, Ling S, Ali S, Jonnalagadda P, Ramsey F, Weiner M, et al. Sciatic Nerve Variants in Patients Diagnosed With Sciatica. *Journal of computer assisted tomography.* 2019;43(6):953-957. Doi:10.1097/RCT.0000000000000919
20. Bartret AL, Beaulieu CF, Lutz AM. Is it painful to be different? Sciatic nerve anatomical variants on MRI and their relationship to piriformis syndrome. *Eur Radiol.*2018;28(11):4681-4686. Doi:10.1007/s00330-018-5447-6
21. Pokorny D, Jahoda D, Veigl D, PinskerovaI V, Sosna A. Topographic variations of the relationship of the sciatic nerve and the piriformis muscle and its relevance to palsy after total hip arthroplasty. *Surgical and radiologic anatomy* (English ed.).2006;28(1):88-91. Doi: 10.1007/s00276-005-0056-x
22. Beaton LE, Anson BJ. The relation of the sciatic nerve and of its subdivisions to the piriformis muscle. *The Anatomical record.*1937;70(1):1-5. Doi: 10.1002/ar.1090700102

23. Adibatti M, V S. Study on Variant Anatomy of Sciatic Nerve. *Journal of clinical and diagnostic research*.2014;8(8):AC07-AC09. Doi:10.7860/JCDR/2014/9116.4725
24. Tomaszewski KA, Graves MJ, Henry BM, Popieluszko P, Roy J, Pękala PA, et al. Surgical anatomy of the sciatic nerve: A meta-analysis. *Journal of orthopaedic research*.2016;34(10):1820-1827. Doi: 10.1002/jor.23186
25. Lucas JP, Sandouka A, Rosenthal OD. Coexistence of Brachial Plexus-Anterior Scalene and Sciatic Nerve-Piriformis Variants. *Cureus*.2020;12(7):9115. Doi: 10.7759/cureus.9115
26. Atoni AD, Oyinbo CA, Francis DAU, Tabowei UL. Anatomic Variation of the Sciatic Nerve: A Study on the Prevalence, and Bifurcation Loci in Relation to the Piriformis and Popliteal Fossa. *Acta medica academica*.2022;51(1):52-58. Doi:10.5644/ama2006-124.370
27. Koh E, Webster D, Boyle J. Case report and review of the potential role of the Type A piriformis muscle in dynamic sciatic nerve entrapment variant of piriformis syndrome. *Surg Radiol Anat*.2020;42(10):1237-1242. Doi:10.1007/s00276-020-02440-8

## 7. ANEXOS:

### Anexo 1:

Tabla 1. Plexo Lumbar <sup>12,15</sup>

Nervio	Segmento espinal	Inervación motora (muscular)	Movimiento observado	Inervación sensitiva	Ramas articulares
Iliohipogástrico	T12-L1	Oblicuo externo, interno y transverso del abdomen	Pared abdominal anterior y lateral	Región lateral de la nalga; alrededor del anillo inguinal superficial.	Ninguno.
Ilioinguinal	L1	Oblicuo externo, interno y transverso del abdomen.	Pared abdominal anterior y lateral.	Aspecto Inferio-medial del ligamento inguinal, genital.	Ninguno.
Genitofemoral	L1-L2	Cremáster.	Testicular.	Piel escrotal (labio mayor) y región adyacente del muslo.	Ninguno.
Cutáneo femoral lateral	L2-L3	Ninguna.	Ninguno.	Piel lateral (anterior y posterior) del muslo	Ninguno.
Femoral	L2-L4	Sartorio, pectíneo, cuádriceps, iliopsoas	Cadera. flexión, rotación externa, aducción Rodilla: extensión.	3/4 distales de la cara anterior del muslo.	Cadera y rodilla.
Nervio safeno		Ninguno	Ninguno	Parte medial de la pierna.	
Obturador	L2-L4				
Ramo anterior		Grácil, aductor largo, pectíneo.	Aducción de la cadera.	Variable, 1/3 distal medial del muslo	Variable cadera.
Ramo posterior		Obturador externo, aductor mayor y corto.	Aducción con rotación lateral de la cadera.		Variable rodilla.

## Anexo 2

Tabla 2. Plexo Sacro <sup>12,15</sup>

Nervio	Segmento espinal	Inervación motora (muscular)	Movimiento observado	Inervación sensitiva	Ramas articulares
<b>Nervios glúteos superior e inferior</b>	L4-S2	Piriforme, géminos, glúteos, obturador int., cuadrado femoral, tensor de la fascia lata.	Extensión y rotación lateral de cadera.	Ninguna.	Ninguno.
<b>Ciático -&gt;Tibial</b>	L4-S3	Músculos isquiotibiales, aductor mayor, poplíteo, tríceps sural, musculatura plantar (nervios plantares)	Extensión y flexión de rodilla, flexión plantar y de los dedos.	Ver nervio sural.	Cadera, rodilla tobillo y pie.
<b>Ciático -&gt; peroneo común</b> Peroneo superficial  Peroneo profundo	L4-S2	Cabeza corte bíceps femoral, peroneos largo y corto.  Extensores largos y cortos del dedo gordo y de los dedos, tibial anterior	Flexión plantar y eversión de pie.  Flexión dorsal de pie y dedos.	Ver nervio sural  Dorso del pie.  Primer espacio interdigital.	  Tobillo y pie.
<b>Sural</b>	L4-S3	Ninguno	Ninguno	3/4 proximales de la región lateral de la pierna	Ninguno
<b>Cutáneo femoral posterior</b>	S1-S3	Ninguno	Ninguno	Cuadrante distal de la nalga, muslo posterior y fosa poplíteica	Ninguno