

# TRABAJO DE FIN DE GRADO



**ESTUDIO EN CADÁVERES  
SOBRE LA ANATOMÍA DE LA  
RAMA PROFUNDA DEL  
NERVIO RADIAL Y LOS  
CAMBIOS QUE PADECE EN  
CASO DE SIMULACIÓN DE  
FRACTURAS PROXIMALES  
DEL RADIO**

---

**AUTORA: Ariadna Da Ponte Prieto**

**TUTORA: Claudia Lamas Gómez**



HOSPITAL DE LA  
SANTA CREU I  
**SANT PAU**

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

## **ÍNDICE:**

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN E INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	<b>4</b>
<b>4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
<b>6. PLANIFICACIÓN GLOBAL.....</b>	<b>12</b>
<b>7. RESULTADOS QUE SE ESPERAN OBTENER.....</b>	<b>12</b>
<b>8. PLAN DE DIFUSIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>13</b>
<b>10. ANNEXO.....</b>	<b>14</b>

## **1.RESUMEN:**

Objetivos: Determinar si existen diferencias en el desplazamiento con los distintos movimientos del antebrazo de la Rama Profunda del Nervio Radial (RPNR) al comparar especímenes intactos y especímenes con una fractura de radio proximal simulada.

Metodología: Mediante el abordaje posterolateral de Kocher y siguiendo los planos de disección, identificar la RPNR y tomar las distancias desde el epicóndilo lateral a la RPNR en pronación, posición neutra y supinación con flexión de codo a 90°, y pronación con extensión de codo a 0°, en el total de especímenes. Después, simular una fractura de radio proximal en todos los especímenes, y tomar las mismas medidas con el objetivo de comparar el desplazamiento de la RPNR en un caso anatómico versus fractura. Además, se objetivan una serie de covariables para determinar si modifican la relación entre el desplazamiento de la RPNR y la posición del antebrazo.

## **2.JUSTIFICACIÓN E INTRODUCCIÓN:**

Durante siglos, los anatomistas han trabajado para conocer el cuerpo y entender los mecanismos que nos hacen ser lo que somos, y a partir de aquí, se aventuraron en atribuir dolencias a estructuras concretas y a solucionarlos quirúrgicamente. Siguiendo la dinámica de nuestros antepasados, mi interés no es sólo pasivo, no solo quiero saber cómo está conformado y cómo funciona, sino ser más activa, dándole un enfoque más práctico, poniéndolo a nuestro favor en el campo quirúrgico. Existen referencias anatómicas bien conocidas para encontrar estructuras durante la cirugía, por ejemplo, el hiato de Winslow, por cuyo margen anterior discurre el pedículo hepático. Nuestro interés debería ir encaminado en hallar referencias o posiciones corporales que pudieran facilitar la cirugía, aumentar el índice de éxito y disminuir el índice de iatrogenia.

Así pues, la principal razón de llevar a cabo esta investigación es predecir el comportamiento de la Rama Profunda del Nervio Radial para poder localizarla sin dañarla y tratar de disminuir la tasa de lesión neurológica postquirúrgica.

Está descrito en la literatura que la Rama Profunda del Nervio Radial (RPNR) o Nervio Interóseo Posterior (NIP)(\*) está sometida a riesgo de lesión iatrogénica durante la cirugía de resección del extremo proximal del radio, reducción abierta y fijación de la cabeza del radio, artroplastia de la cabeza del radio o total de codo, liberaciones capsulares y artroscopias es donde existen grandes posibilidades de lesionar el nervio (1).

Para tratar de minimizar este riesgo, se han realizado numerosos estudios sobre la anatomía de la RPNR, a raíz de los cuales se han dado varias recomendaciones a considerar durante la cirugía a nivel de la región posterolateral del codo: posición en pronación durante la cirugía para alejar la rama profunda del nervio radial del campo quirúrgico (2, 3, 4, 5, 6, 7), respetar una distancia de seguridad o unas marcas óseas en la exposición que no requieren la visualización del nervio (5, 7) y/o localizar y proteger el nervio (4, 5, 6). Pero estos estudios se basan únicamente en especímenes intactos, por lo que no dan información sobre la posición de la RPNR en situación de trauma, que considero que es una información relevante en la práctica clínica.

En la revisión realizada para el presente proyecto, sólo he encontrado una publicación (8) que tiene en cuenta este concepto, y estudia la diferencia entre el espécimen intacto y el espécimen con lesiones, con la misma idea de conocer el comportamiento de la rama profunda del nervio radial para disminuir la incidencia de complicaciones postquirúrgicas.

---

(\*) La Rama Profunda del Nervio Radial y el Nervio Interóseo Posterior son conceptos que se toman por sinónimos por diversos autores, por lo que, de aquí hasta la aclaración “Nomenclatura” contemplada en Material y Métodos, serán usados indistintamente.

### **3.ANTECEDENTES:**

La bibliografía hallada sobre el tema es un conjunto de estudios anatómicos, cuyo objetivo es estudiar el desplazamiento del NIP con la rotación del antebrazo. Dicho desplazamiento se objetiva por la distancia a la que se encuentra el NIP de una referencia – como la tuberosidad radial, el *capitellum* o la superficie articular de la cabeza del radio –, y se compara entre los distintos movimientos del antebrazo. Estas distancias son tomadas bien directamente sobre la pieza, o bien indirectamente, empleando pruebas complementarias (radiografías o TC), para determinar la posición del NIP con cada movimiento. Como se verá más adelante, cada estudio concluye con distintos razonamientos cómo usar este conocimiento.

La primera referencia encontrada sobre el tema advierte de la importancia de conocer que hay ciertas estructuras que cambian de posición con la rotación del antebrazo, como la RPNR, pues ésta se aleja aproximadamente una pulgada en pronación respecto de la supinación. Realizan un estudio anatómico en que describen que la RPNR en pronación se desplaza más distal en relación a la cabeza del radio y más externa en relación al cuello del radio (2).

La importancia de la relación estudiada es demostrada por primera vez por Strachan (3). Este autor se basa en el caso de una mujer que desarrolló una parálisis del NIP después de someterse a una cirugía de escisión de la cabeza del radio para estudiar el desplazamiento del NIP con la rotación del antebrazo. Mediante inyección de contraste radioopaco al nervio y toma de radiografías, describió que el NIP se desplazaba aproximadamente 1cm más medial con la pronación del antebrazo. Concluyó que era recomendable mantener el antebrazo en pronación mientras se realizaba la cirugía de escisión de la cabeza radial, pues así el nervio se alejaba del campo quirúrgico. Asimismo, puntualizó que el abordaje fuera lo más posterior posible para asegurarse que el NIP estaba protegido. Advierte que, como el NIP se desplaza hacia medial, a nivel de la ventana quirúrgica queda localizado en el margen anterior de la herida. Con este concepto en mente, se entiende que hay que tener mucho cuidado con poner retractores a este nivel. Así pues, fue un estudio encaminado a un procedimiento muy concreto, la extirpación de la cabeza radial.

En artículos posteriores ya correlacionan de forma significativa que la pronación aumenta la seguridad del NIP (4, 5, 6, 7, 8, 9). Se publican dos investigaciones contemporáneas, cuyos autores (4, 5) introducen el concepto de “marca anatómica” desde una perspectiva distinta:

En 1997, Strauch et al (4), tienen por objetivo proveer una marca anatómica que ayude a localizar el NIP durante la cirugía, y para ello, eligen la tuberosidad radial, por ser palpable y fácilmente localizable. Se miden una serie de distancias desde la tuberosidad radial hasta el NIP, y hallan que éstas no varían con la rotación del antebrazo, es decir, que al rotar el radio se mantiene una distancia bastante constante entre la tuberosidad radial y el nervio. Determinan que el NIP se encuentra como mínimo a 1’8cm tanto en pronación como supinación, desde la parte más prominente de la tuberosidad radial.

Recomiendan esta marca como referencia para hallar el nervio en cirugías que puedan realizarse con un abordaje mínimamente invasivo, mientras que en cirugías que requieran gran exposición, proponen buscar y proteger al nervio directamente. Además, advierten que, desde su punto de vista, el abordaje dorsal del radio es seguro; el peligro son los retractores puestos cerca del cuello radial, que son los que comprimen el nervio.

En la investigación realizada por Witt et al. (5) en 1998, se procede a la toma de medidas para cuantificar el desplazamiento del NIP en relación a la superficie articular de la cabeza del radio. De forma descriptiva, concluyen que es seguro exponer los 6cm proximales del radio, pero dado que las medidas absolutas no son extrapolables entre pacientes, proponen como alternativa el uso de marcas anatómicas, que están exentas de este problema. Proponen la tuberosidad bicipital del radio como marca anatómica. La TR, antes planteada como referencia para hallar el NIP (4), es ahora empleada por Witt et al (5) como marca limítrofe de una “zona de seguridad”. Concluyen pues, que si se aborda proximal a la tuberosidad no es necesario proteger al nervio, pues éste se encontraría, supuestamente, fuera de riesgo.

Dos años después, Diliberti et al (6) publican los resultados de su investigación. Tienen por objetivo establecer las dimensiones de una zona segura en el tercio proximal del radio, desde un abordaje posterolateral. La importancia de este estudio radica en que es el primero en que se comparan estadísticamente las distancias del capitellum al NIP y el ángulo que toma el NIP respecto al eje radial, entre pronación y supinación. Se encontraron diferencias significativas en ambas comparaciones; se demostró que, en pronación, la distancia entre el capitellum y el NIP incrementa, y que el NIP se hace más paralelo al radio. Además, este estudio comparó si había diferencias entre 0°-45°-90° de flexo-extensión, pero éstas no resultaron significativas. No se menciona la limitación inherente a las distancias absolutas, que, como mencioné antes, hay que tener en cuenta que todas las medidas pueden cambiar en función del tamaño del sujeto. Su recomendación es que el NIP debería exponerse y protegerse en cualquier situación, aproximando su localización mediante las medidas que aportan. Este estudio hace énfasis en otra cuestión de interés: hay que tener en cuenta que las marcas anatómicas óseas pueden verse alteradas en caso de fractura, y es por ello que las distancias son medidas desde el capitellum al NIP, en lugar de la tuberosidad radial al NIP, como hicieron otros (4, 5).

A pesar de estas investigaciones en favor de la pronación para proteger al NIP en abordajes posterolaterales (2, 3, 6), otros autores discrepan sobre la importancia de este hecho. Lawton et al (7) aportan los resultados de su estudio, en que volvieron a medir las distancias desde la articulación radiocubital proximal hasta el punto en que el NIP cruza el eje lateral del radio. Hallaron diferencias estadísticamente significativas en supinación, posición neutra y pronación. Remarcan otro concepto importante, y es que los valores mínimos de las distancia obtenidas en pronación versus supinación solo tenían una diferencia de 0’3cm; sin explicitarlo directamente, están defendiendo la idea de que las diferencias estadísticamente significativas, no tiene por qué ser clínicamente relevantes. Además, enfatizan el hecho de que durante la disección han tratado de

mantener la integridad de todas las estructuras, refiriéndose sobre todo al supinador. En este artículo, los autores llegan a dos razonamientos: 1. Las disecciones alteran la anatomía de la región posterolateral del codo, y puede ser la razón de las diferencias en la posición del NIP con la pronosupinación en estudios precedentes; y 2. Hay mucha variabilidad interindividual respecto a la distancia del NIP al capitellum que no parece despreciable. En sus conclusiones, vuelven al concepto de “zona de seguridad”, que la establecen independientemente de la posición de rotación del antebrazo, a no más de 4cm distales de la articulación radiocubital proximal.

Las últimas referencias halladas en esta revisión, realizan su estudio mediante la toma de distancias entre el NIP y una referencia, pero advierten (8,9), incluso demuestran (8) que el comportamiento del NIP ya descrito en bibliografía anterior puede no ser extrapoladas en caso de lesiones óseas.

Calfee et al (8) publican un artículo justificado en la siguiente idea: queda bien demostrado que la pronación aleja al NIP del campo quirúrgico en abordajes posterolaterales en la bibliografía anterior (2, 3, 6, 7), pero no había referencias que examinaran el comportamiento del NIP en caso de traumatismo proximal del radio. Se procedió, pues, a realizar esta investigación, centrada en dos hipótesis: determinar el comportamiento del NIP en caso de fractura de radio proximal, y en caso de escisión de la cabeza de radio con lesión asociada de Essex-Lopresti. Dada la variabilidad anatómica ya explicitada en el movimiento del antebrazo con la pronosupinación (7), antes de simular las lesiones volvieron a repetir la toma de distancias del NIP al capitellum en pronación, supinación y posición neutra, y las compararon entre sí, obteniendo diferencias estadísticamente significativas, como otros autores (2, 3, 6, 7). Después, tomaron las mismas medidas en los especímenes con las lesiones y demostraron que la rotación del antebrazo no actuaba de la misma forma sobre el NIP en estos casos: En el caso de la fractura, el NIP apenas se movilizaba con la pronosupinación del antebrazo, mientras que en la lesión combinada de exéresis de cabeza + Essex Lopresti, la distancia del capitellum al NIP disminuía en todas las posiciones, pero el porcentaje de cambio entre estas no se modificaba. El estudio de Calfee et al representa una importante innovación respecto de los anteriores, pues demostró que el desplazamiento del NIP no era igual al comparar éste en antebrazos con integridad ósea versus antebrazos con lesiones óseas.

Años más tarde, se publicó otra investigación (9) cuya finalidad era definir unas marcas anatómicas para localizar el NIP durante la cirugía para evitar complicaciones neurológicas, comparando la posición del nervio respecto del centro del radio en pronación, supinación y posición neutra. Se realizaron proyecciones axiales, coronales y sagitales con un scanner 3D de los especímenes en las distintas posiciones del antebrazo, y tomaron distancias del centro del radio al nervio en los distintos planos, manteniendo así la integridad de las partes blandas. Demostraron de nuevo y de forma estadísticamente significativa que la pronación incrementa la distancia a la que el nervio se localiza respecto al centro de la cabeza radial y a la tuberosidad radial. Además, reiteran la idea de que la tuberosidad radial puede ser una marca ósea útil durante la

cirugía para delimitar la “zona segura” del NIP en aquellos casos en que la superficie articular de la cabeza radial no pueda determinarse como fiable, por ejemplo, en caso de fractura. Aunque en su estudio no lo investiga como lo hace Calfee (8), sí que menciona que no se puede extrapolar el desplazamiento ya conocido del NIP a casos de traumatismo de radio proximal, puesto que la afectación de los huesos y las partes blandas podrían afectar al comportamiento del nervio.

### **“State of art”:**

La bibliografía demuestra que la pronación incrementa la distancia entre el NIP y varias referencias anatómicas, hecho que se interpreta como que el nervio “se aleja” del campo quirúrgico posterior y/o lateral (2, 3, 6, 7, 8, 9). Aunque queda demostrado de forma estadísticamente significativa, existen diferentes visiones sobre la importancia clínica de este hallazgo: la opinión de la mayoría de los autores (2, 3, 6, 8, 9) es que la posición de pronación protege al nervio durante la cirugía; otros investigadores (7) son más críticos, pues argumentan que la distancia mínima encontrada en pronación versus supinación era tan sólo de 0’3cm, y que existe gran variabilidad en cuando a las vías de abordaje empleadas en los estudios.

Se han propuesto dos formas de aprovechar este conocimiento “teórico” en la práctica clínica: 1.Una distancia a partir de la cual se establece una “zona segura” que si se respeta, protege al nervio (7) o en que se busca y se protege al nervio (6), o 2.Una marca anatómica, que ha sido la tuberosidad radial, que delimita una “zona segura” que mantiene al NIP fuera de riesgo (5, 9), o a partir de la cual se busca y se protege al nervio (4).

En esta relación de protección del NIP con la pronación, hay que tener en cuenta ciertas advertencias que hacen los autores. La primera es que, aunque el abordaje se haga con las máximas condiciones de seguridad, pronando el antebrazo para alejar al nervio del campo quirúrgico, los retractores usados durante la cirugía para mejorar la visibilidad pueden comprimir al NIP (2, 4). Otro dato a tener en cuenta es que, en caso de lesiones óseas, el desplazamiento demostrado del NIP con la rotación del antebrazo puede verse modificado (8, 9). Por último, algunos enfatizan el concepto de las “distancias mínimas”: Para objetivar las medidas tomadas, los autores emplean los estadígrafos media, desviación típica y rango. Strachan et al. y Lawton et al (4, 7) toman una actitud más preventiva, pues en lugar de dar más importancia a la media en sus resultados, se la dan a la distancia mínima hallada, puesto que destacan que es más importante no dañar el NIP que conseguir un abordaje más amplio bajo riesgo de dañarlo.

#### **4.HIPÓTESIS Y OBJETIVOS:**

El tratamiento quirúrgico de las fracturas de la cabeza y el cuello del radio se ha descrito, entre otras, como causa de parálisis radial (1), una complicación cuya incidencia se podría reducir si se hallara una posición que permitiera reducir el riesgo de dañar de la RPNR.

El acceso quirúrgico indicado para el tratamiento de estas fracturas es posterior o posterolateral. En estos abordajes es donde cobra valor el hecho de que la pronación aleje a la rama profunda del nervio radial del campo quirúrgico (2, 3, 6, 7, 8, 9). Dicho alejamiento de la RPNR se ha definido mediante la toma de una serie de medidas que objetivan las distancias a comparar, dando por hecho que el nervio se aleja en pronación si las distancias resultan mayores con ésta que con la supinación.

Este trabajo de fin de grado pretende estudiar si el desplazamiento de la RPNR observado en especímenes anatómicos se modifica en caso de simulación de una fractura de radio proximal y, en caso de que exista tal modificación, cuantificarla. Es importante este estudio porque asumimos que la pronación aleja la RPNR, disminuyendo el riesgo de dañarla, pero podría ser que en fracturas, la pronación no juegue un papel tan relevante.

Los objetivos de este estudio son:

1. Determinar si una fractura de tercio proximal de radio interfiere sobre el desplazamiento de la RPNR con los movimientos de PRO-NE-SUP en FLE90° de codo.
2. Estudiar si en caso de FLE90°-EXT0° en PRO, se ve incrementado el desplazamiento de la RPNR.
3. Evaluar si existen covariables que afecten al desplazamiento de la RPNR
4. Cuantificar el cambio en el desplazamiento de la RPNR en caso de demostrar significación estadística.

## **5.MATERIAL Y MÉTODOS:**

Diseño: Mediante el abordaje posterolateral de Kocher y siguiendo los planos de disección, identificar la RPNR y tomar una serie de medidas en posición neutra, pronación y supinación con el codo en flexión de 90°, y extensión de 0° con el codo en pronación, (ver apartado “Variables”) en el total de especímenes. Después, simular una fractura de radio proximal en todos los especímenes, y tomar las mismas medidas con el objetivo de comparar el desplazamiento de la RPNR en un caso anatómico versus fractura.

Nomenclatura: Es importante aclarar la nomenclatura que vamos a utilizar, puesto que hay inconsistencia entre los diversos estudios que se han realizado sobre el tema (10). Aunque la mayoría de autores empleen los conceptos “Nervio Interóseo Posterior” y “Rama Profunda del Nervio Radial” como sinónimos, consideramos que es más correcto la denominación “Rama Profunda del Nervio Radial” para el nervio estudiado en este proyecto, pues según textos clásicos de anatomía, es un nervio que nace del Nervio Radial en la cara anterior del codo, atraviesa el supinador corto, y termina en el tercio distal del antebrazo (11, 12) (ver ANNEXO punto 2).

Especímenes a estudio:

**Cálculo de la “n”:** El cálculo del número de especímenes, “n”, necesarios para llevar a cabo este trabajo de fin de grado se realizó mediante el Software GRANMO online, versión 7.12 Abril 2012, en el apartado “Mitjanes → Mitjanes aparellades”.

Los errores tipo I y tipo II se establecen por convenio en 0’05 y 0’2, respectivamente, siendo la potencia estadística del 80%.

En lugar de la desviación estándar, se utiliza el coeficiente de variación por sus ventajas, y se determina de 25. La diferencia mínima a detectar se establece en un 20%, y las pérdidas estimadas son 0. Mediante este cálculo, **n = 13**.

**Criterios a cumplir la N:** Se trata de 13 extremidades superiores de cadáveres adultos frescos. Quedan excluidos los especímenes con evidencia visual de cirugía o deformidad a nivel del codo o muñeca, un arco de pronosupinación menor de 120° y una imposibilidad para los 0° de extensión o 90° de flexión.

Variables:

I) Variables principales:

- a) Distancia desde el epicóndilo lateral del húmero hasta la RPNR cruzando el centro del radio en NE, PRO y SUP en FLE90°, y en EXT0°-PRO.

II) Variables secundarias: las distancias b-c-d son tomadas en posición NE, ya que son “marcas anatómicas”, que probablemente no cambien con la posición del antebrazo.

- b) Distancia desde epicóndilo lateral del húmero hasta la entrada de la RPNR al supinador.

- c) Distancia desde el epicóndilo lateral del húmero hasta la salida de la RPNR del supinador.
- d) Distancia desde el epicóndilo lateral del húmero hasta la salida de la rama más proximal de la RPNR.
- e) Edad
- f) Sexo
- g) Lateralidad
- h) Altura
- i) Peso
- j) IMC

Las variables cualitativas (e, f, g) se definirán en %, mientras que las variables cuantitativas (a, b, c, d, h, i, j) se definirán por una medida de tendencia central, la media, y una medida de dispersión, la desviación típica. Todas las distancias serán recogidas por 2 investigadores, en milímetros, usando calibres de precisión digitales.

#### Técnicas:

**Protocolo:** para facilitar la recogida de datos se emplearan unas tablas, como las adjuntadas en el ANNEXO punto 3. Para los 13 especímenes, se emplearían 13 tablas (A) y 13 tablas (B), realizadas por los investigadores 1 y 2, respectivamente.

**Abordaje posterolateral de Kocher:** Se inicia la incisión en la superficie posterior del epicóndilo lateral y se curva ligeramente para continuar distal y medial hacia un punto situado sobre el borde posterior del cúbito, a unos 6cm distales de la punta del olecranon. Se avanza por el tejido subcutáneo hasta llegar a la fascia y se secciona de la misma forma que se realizó la incisión cutánea. Se encuentra el plano entre el cubital posterior y el ancóneo. Se desinserta el ancóneo de su inserción proximal, el epicóndilo lateral, y se avanza para localizar el supinador corto, que se abre para localizar a la rama profunda del nervio radial en su interior.

**Fractura:** La fractura de radio proximal se simulará mediante la realización de una osteotomía transversa entre la cabeza y la tuberosidad del radio. El fragmento proximal será desplazado manualmente hacia lateral, la distancia requerida para eliminar todo contacto óseo. La razón de hacer esta fractura es que tiene indicación quirúrgica, por tanto, es interesante conocer el comportamiento del NIP en este caso para aplicarlo en el entorno operatorio. (Ver ANNEXO punto 4.)

**Técnica de medición de la variable principal:** Para referenciar las medidas y evitar errores, se empleará una técnica basada en la descrita por Lawton y Calfee (7,8) → Se procederá a colocar una aguja de Kirschner proximal, en la parte más prominente del epicóndilo lateral, y otras tres en la estiloides del radio (SUP), en el tubérculo de Lister (NE) y la articulación radiocubital distal (PRO). El propósito de estas agujas es tensar un hilo de sutura del 0 entre la proximal y las 3 distales para tomar las medidas de forma más precisa, puesto que mantienen un eje reproducible en todas las posiciones del

antebrazo. Se toma la distancia desde la aguja proximal hasta donde el nervio cruza el hilo que marca el eje lateral del radio. (Ver ANNEXO punto 4.)

Estadística inferencial: Los cálculos pertinentes serán realizados en el programa IBM-SPSS, versión 22.0.

### **Hipótesis principal:**

- $H_0 = H_1 \rightarrow$  No existen diferencias significativas en el desplazamiento de la RPNR entre especímenes anatómicos y especímenes fracturados.
- $H_0 \neq H_1 \rightarrow$  Existen diferencias significativas en el desplazamiento de la RPNR entre especímenes anatómicos y especímenes fracturados.

**ANOVA de 2 factores de medidas repetidas**: dado que los datos son apareados, se utiliza esta variante de ANOVA, siendo los 2 factores: 1.El estado del cadáver (anatómico vs fractura) y 2.La posición del antebrazo (PRO-SUP-NE en FLE90°, EXT0° en PRO).

**Evaluación de covariables (ANCOVA)**: para estudiar si existen variaciones significativas al incorporar una covariable a la comparación anterior. Son covariables: Distancias b-c-d, edad, sexo, lateralidad, altura, peso e IMC.

### Eliminar variabilidad:

Como se dice en los estudios, pueden existir factores interindividuales que alteren la posición de la RPNR. Dado que se han descrito múltiples variaciones anatómicas en tipos de túnel radial, la única variabilidad que se puede tratar de compensar entre especímenes es el tamaño del paciente, y por tanto, el tamaño del radio.

**Longitud del radio**: para hacer comparables entre sí los radios de diferentes tamaños. Distancia tomada desde la superficie articular de la cabeza del radio hasta la apófisis estiloides en todos los especímenes, antes de la simulación de la fractura.

**Coefficiente de correlación intraclase (CCI)**: Dado que las medidas son tomadas por 2 investigadores, la fiabilidad de las mediciones será cuantificada por dicho coeficiente.

### Limitaciones del estudio:

El presente estudio sólo tiene en cuenta la lesión del hueso, sin considerar las lesiones de tejidos blandos. En situación de traumatismo con gran implicación de partes blandas, como es, por ejemplo, una fractura de radio tipo Mason IV, la localización anatómica la RPNR podría verse alterada, situación que se escapa del alcance de este proyecto.

Como todo estudio de cadáveres, no se puede excluir la presencia de variaciones anatómicas que modifiquen la posición de la RPNR.

## **6.PLANIFICACIÓN GLOBAL:**

En cada espécimen, hay que (1) tomar los datos indicados en “Material y Métodos”, (2) realizar el abordaje de Kocher y aislar la RPNR, (3) tomar las distancias del apartado covariables y medir la variable principal en las distintas posiciones del antebrazo, (4) simular la fractura, (5) medir la variable principal en las distintas posiciones del antebrazo. Los puntos (1), (2) y (4) deben ser realizados únicamente por el investigador 1, mientras que los puntos (3) y (5) por ambos investigadores.

Como el estudio se realiza con cadáveres frescos, no se puede diferir el tiempo entre que el investigador 1 toma las medidas y el investigador 2 las vuelve a tomar más de 24h, ya que podría verse afectada la integridad del espécimen.

Se estima el tiempo total de realización del proyecto en 12 meses, incluyendo en este tiempo 1-2 meses de procesos de análisis de datos y redacción de los resultados del estudio.

## **7.RESULTADOS QUE SE ESPERAN OBTENER:**

Como hipótesis principal del estudio se había determinado la siguiente:

- $H_0 = H_1 \rightarrow$  No existen diferencias significativas en el desplazamiento de la RPNR entre especímenes anatómicos y especímenes fracturados.
- $H_0 \neq H_1 \rightarrow$  Existen diferencias significativas en el desplazamiento de la RPNR entre especímenes anatómicos y especímenes fracturados.

En caso de resultar estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ), implicaría que el desplazamiento de la RPNR con los movimientos del antebrazo sería distinto entre especímenes anatómicos y especímenes con fractura. El comportamiento del nervio podría ser diferente hacia “menos desplazamiento” o hacia “más desplazamiento”, y para ello, el mismo estadístico ANOVA de 2 factores aporta datos sobre la magnitud del cambio, en caso de haberlo. Si con esta cuantificación, resulta que la RPNR se desplaza menos en individuos con fractura que en individuos anatómicos, el nervio estaría menos protegido en especímenes fracturados, mientras que, en caso de que se desplazara más, estaría más protegido, puesto que se encontraría más lejos de la vía de acceso.

De todas maneras, al ser un estudio anatómico, la extrapolación de los resultados a la población es controvertida, por lo que podría plantearse un segundo estudio, siguiendo la misma dinámica, en pacientes reales, de acuerdo con los comités de ética pertinentes y adaptando la toma de medidas a otras más adecuadas.

## **8.PLAN DE DIFUSIÓN:**

Los resultados obtenidos del estudio comparativo de esta investigación podrían ser difundidos mediante comunicación oral en congresos de COT nacionales e internacionales. Además, dichos datos podrían enviarse a revistas de ámbito nacional e internacional para su valoración y publicación.

## **9.BIBLIOGRAFÍA:**

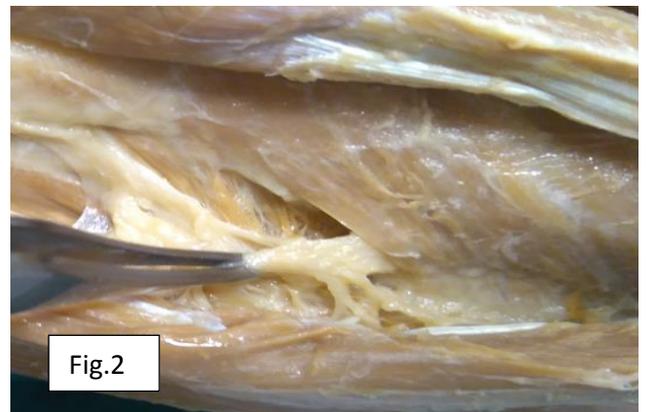
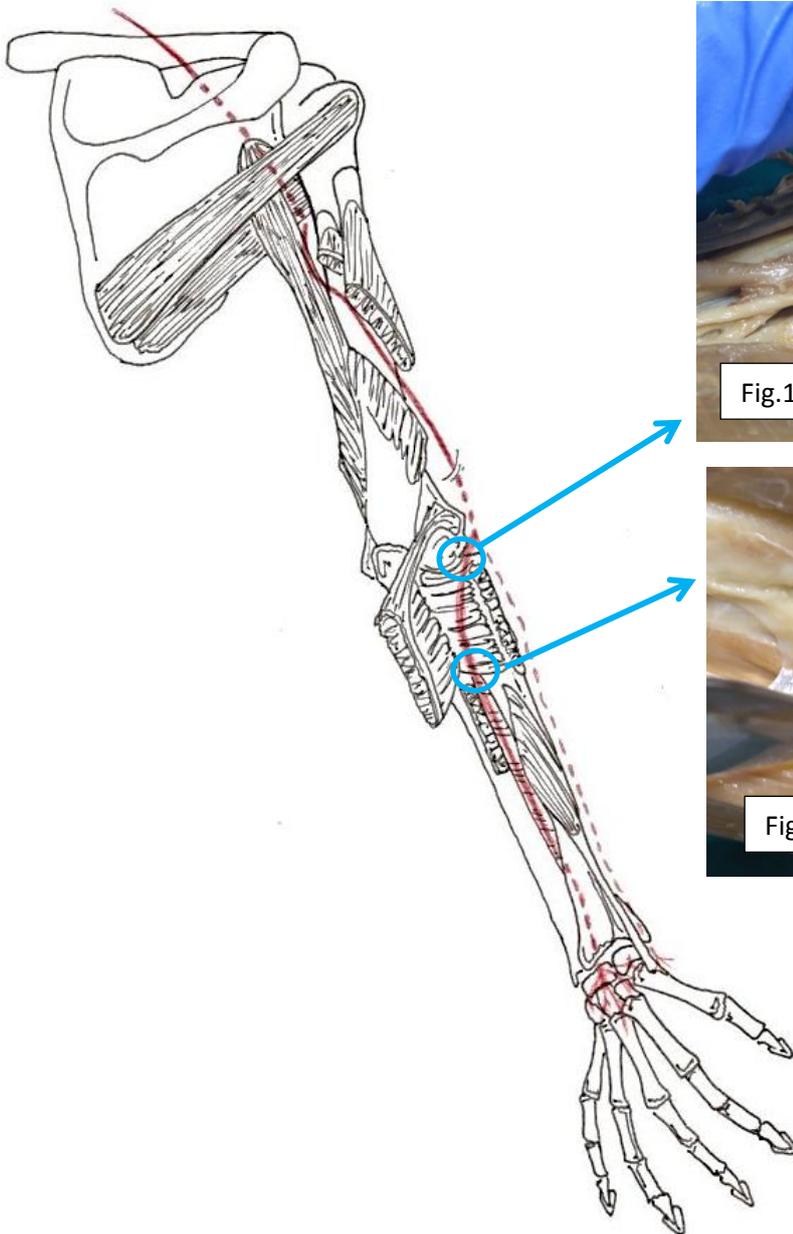
1. Vergara Amador E. Consideraciones anatómicas del nervio interóseo posterior para el abordaje del tercio proximal del radio. *Acta Ortopédica Mexicana* 2008; 22(5): 309-315.
2. Kaplan E. Surgical approach to the proximal end of the radius and its use in fractures of the head and neck of the radius. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1941; 23(1): 86-92.
3. Strachan JCH, Ellis BW. Vulnerability of the posterior interosseous nerve during radial head excision. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1971; 53: 320-323.
4. Strauch RJ, Rosenwasser MP, Glazer PA. Surgical exposure of the dorsal proximal third of the radius: How vulnerable is the posterior interosseous nerve? *J Shoulder Elbow Surg.* 1997; 5(5): 342-346.
5. Witt JD, Kamineni S. The posterior interosseous nerve and the posterolateral approach to the proximal radius. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1998; 80: 240-242.
6. Diliberti T, Botte MJ, Abrams RA. Anatomical considerations regarding the posterior interosseous nerve during posterolateral approaches to the proximal part of the radius. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2000; 82: 809-813.
7. Lawton JN, Cameron-Donaldson M, Blazar PE, Moore JR, et al. Anatomic considerations regarding the posterior interosseous nerve at the elbow. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007; 16(4): 502-507.
8. Calfee RP, Joyce MW, Wong AW. Variations in the anatomic relations of the posterior interosseous nerve associated with proximal forearm trauma. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2011; 93: 81-90.
9. Hackl M, Wegmann K, Lappen S, Helf C, Burkhart KJ, Müller LP. The course of the posterior interosseous nerve in relation to the proximal radius: is there a reliable landmark? *Injury* 2015; 46(4): 687-692.
10. Hazani R, Engineer NJ, Mowlavi A, Neumeister M, Lee WPA, Wilhelmi BJ. Anatomic Landmarks for the radial tunnel. *Eplasty.* 2008; 8: 377-382.
11. Dauber W. Feneis. *Nomenclatura anatómica ilustrada.* 5ª edición. Stuttgart: Elsevier Masson; 2007.
12. Williams PL. *Anatomía de Gray.* 38ª edición. Madrid: Churchill Livingstone-Harcourt Brace; 1998
13. Hoppenfeld S, deBoer P, Buckley R. *Vías de abordaje en cirugía ortopédica. Un enfoque anatómico.* 4ª edición. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.

## **10.ANEXO:**

### 1.Abreviaciones y aclaraciones:

- NIP = Nervio Interóseo Posterior
- RPNR = Rama Profunda del Nervio Radial
- PRO-NE-SUP en FLE90° = pronación, posición neutra o supinación en flexión de 90°, respectivamente.
- FLE90°-EXT0° en PRO = flexión o extensión en pronación, respectivamente.
- SACR = Superficie Articular de la Cabeza del Radio
- 1 pulgada = 2'54cm
- Tuberosidad radial = tuberosidad bicipital

### 2.Nervio Radial y sus ramas:



En el dibujo se muestra el recorrido del N Radial y de sus ramas terminales. La Rama Profunda del Nervio Radial nace en la cara anterior del codo, entra en el supinador (Fig.1) en la arcada de Frohse y lo abandona (Fig.2) para discurrir sobre la superficie posterior de la membrana interósea, hasta el tercio distal del antebrazo. A partir de este punto, se denomina Nervio Interóseo Posterior.

3. Protocolo - Tablas de recogida de datos:

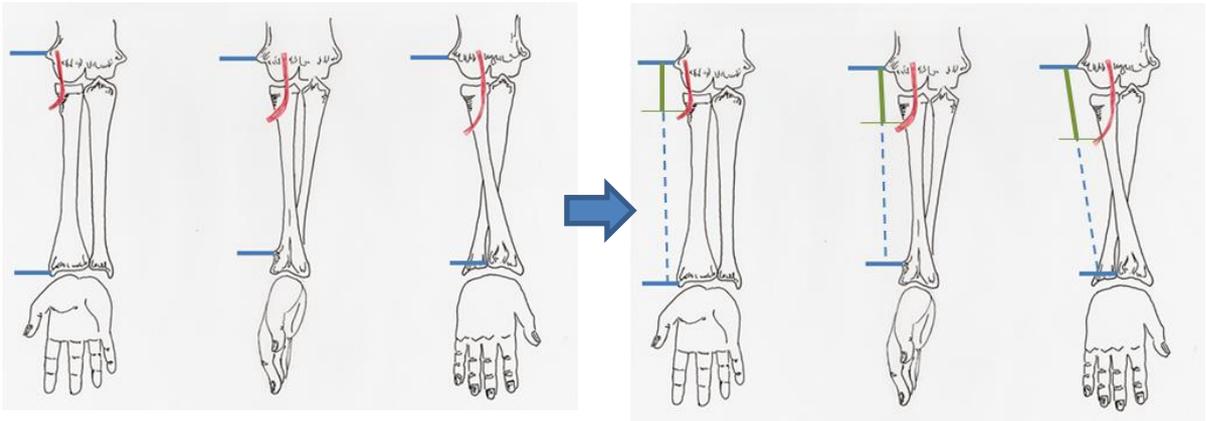
Tabla A:

<b>Investigador 1</b>	
N [1-13]	
Longitud del radio (desde la SACR hasta la estiloides radial)	
<b>COVARIABLES (NE-FLE90°):</b>	
Edad	Altura
Sexo	Peso
Lateralidad	IMC
Distancia del EL a la entrada de la RPNR al supinador	
Distancia del EL a la salida de la RPNR al supinador	
Distancia del EL a la rama más proximal de la RPNR	
<b>VARIABLE PRINCIPAL:</b>	
<b>Espécimen anatómico</b>	
FLE 90°	EXT 90°
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia EL a RPNR en PRO</li> <li>• Distancia EL a RPNR en NE</li> <li>• Distancia EL a RPNR en SUP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia EL a RNPR en PRO</li> </ul>
<b>Espécimen fracturado</b>	
FLE 90°	EXT 90°
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia EL a RPNR en PRO</li> <li>• Distancia EL a RPNR en NE</li> <li>• Distancia EL a RPNR en SUP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia EL a RNPR en PRO</li> </ul>

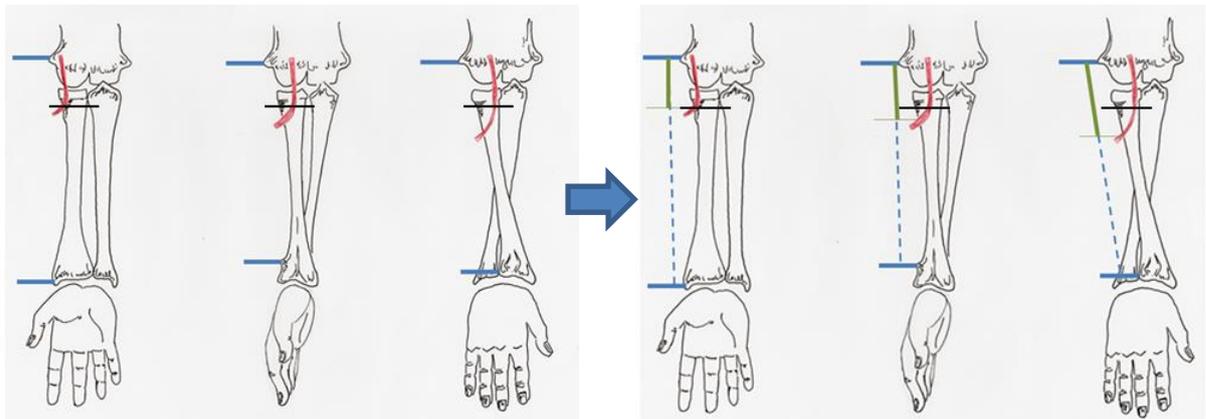
Tabla B:

<b>Investigador 2</b>	
N [1-13]	
Longitud del radio (desde la SACR hasta la estiloides radial)	
<b>COVARIABLES (NE-FLE90°):</b>	
Distancia del EL a la entrada de la RPNR al supinador	
Distancia del EL a la salida de la RPNR al supinador	
Distancia del EL a la rama más proximal de la RPNR	
<b>VARIABLE PRINCIPAL:</b>	
<b>Espécimen anatómico</b>	
FLE 90°	EXT 90°
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia EL a RPNR en PRO</li> <li>• Distancia EL a RPNR en NE</li> <li>• Distancia EL a RPNR en SUP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia EL a RNPR en PRO</li> </ul>
<b>Espécimen fracturado</b>	
FLE 90°	EXT 90°
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia EL a RPNR en PRO</li> <li>• Distancia EL a RPNR en NE</li> <li>• Distancia EL a RPNR en SUP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia EL a RNPR en PRO</li> </ul>

#### 4. Técnica de medición:



Medida en el espécimen anatómico, SUP y NE sólo en FLE90°, y PRO en FLE90° y EXT0°.



Medida en el espécimen con fractura, SUP y NE sólo en FLE90°, y PRO en FLE90° y EXT0°. (dibujo realizado, suponiendo que el comportamiento del nervio será igual).