

Contribución original**TOPOGRAFÍA INTRANEURAL DE LA RAMA PROFUNDA DEL NERVIU ULNAR EN EL ANTEBRAZO DISTAL: ESTUDIO CADAVERÍCO****Joaquín García Pisón, Federico Fleitas, Bruno Garbarino, Claudia Millán, Emilia Cerchiari, Eduardo Olivera***Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay***RESUMEN**

Objetivo: estudiar la topografía intraneural de la rama profunda del nervio ulnar (RPNU) en el antebrazo distal en vistas a su identificación mediante disección intraneural mínima durante la transferencia del nervio del pronador cuadrado (NPC) a la RPNU. Materiales y Métodos: En 15 antebrazos cadavéricos se fijó el paquete vasculonervioso ulnar a los planos musculares profundos cada un centímetro tomando como referencia el hueso pisiforme. Se disecó en sentido proximal la RPNU bajo microscopio quirúrgico (Olympus OME, 4-20x) y se registró su posición intraneural en base a una división en cuadrantes. Se midió la distancia desde el origen de la rama cutánea dorsal (RCD) del nervio ulnar al pisiforme y se registró su relación intraneural con la RPNU. Resultados: La RPNU se individualizó hasta 69mm (41-94) proximal al hueso pisiforme, ubicándose en el cuadrante posteromedial del nervio ulnar en el 78% (67-87), el 93% (92-93) y el 100% de los casos entre los 0-2, 3-6 y 7-9 centímetros, respectivamente. La distancia pisiforme-RCD fue de 63mm (52-83). En 11 miembros la disección de la RPNU se extendió proximalmente al origen de la RCD, ubicándose siempre entre esta última y la rama superficial del nervio ulnar. Conclusiones: La topografía intraneural de la RPNU en el sitio óptimo para su sección en vistas a su anastomosis con el NPC es predecible en la mayoría de los casos, lo que confirma la viabilidad de su identificación precisa mediante disección intraneural mínima.

Palabras clave: transferencia nerviosa; interóseo anterior; ulnar; neurocirugía; rama profunda del nervio ulnar.

ABSTRACT

Objective: to assess the intraneural anatomy of the deep branch of the ulnar nerve (DBUN) in the distal

forearm in reference to its identification by means of minimal intraneural dissection during pronator quadratus nerve to DBUN transfers. Materials and Methods: In 15 cadaveric forearms the ulnar neurovascular bundle was identified and attached to the subjacent muscles every one centimeter. Pisiform bone was used as reference. Intraneural proximal dissection of the deep branch of the ulnar nerve was performed under magnification (Olympus OME, 4-20x) and its intraneural position was registered using a quadrants scheme. Distance from pisiform to the origin of the dorsal cutaneous branch of the ulnar nerve (DCB) was measured and its intraneural position relative to DBUN was identified. Results: The DBUN could be identified up to 69mm (41-94) proximal to the pisiform and occupied the posteromedial quadrant of the ulnar nerve in 78% (67-87), 93% (92-93) and 100% of the cases in the 0-2, 3-6 and 7-9cm ranges, respectively. Distance from pisiform bone to the origin of the DCB was 63mm (52-83). The DBUN could be identified proximal to the origin of the DCB in 11 forearms, being located between the latter and the superficial branch of the ulnar nerve in all this cases. Conclusions: Intraneural topography of the DBUN in the most appropriate site for its identification during its anastomosis to the PQN is predictable in the majority of cases, which supports the viability of safe identification of the de DBUN by means of minimal intraneural dissection.

Key words: nerve transfer; anterior interosseous nerve; ulnar; neurosurgery; deep branch of the ulnar nerve.

* Correspondencia a: Dr Joaquín García Pisón. jgpison@gmail.com

Recibido: 7 de junio de 2016. **Revisado:** 21 de junio de 2016. **Aceptado:** 5 de julio de 2016.

INTRODUCCIÓN

Las transferencias nerviosas son procedimientos quirúrgicos cuyo objetivo es re-inervar estructuras periféricas denervadas, tanto musculares como cutáneas, mediante la regeneración de axones desde un nervio donante sano, el cual se sacrifica en vistas a recuperar una función de mayor trascendencia para el paciente.

En la transferencia del nervio del pronador cuadrado (NPC) a la rama profunda del nervio ulnar (RPNU), el primero actúa como nervio donante, cediendo axones que regeneran hacia la RPNU, el nervio receptor, alcanzando y re-inervando las fibras de los músculos intrínsecos de la mano. De esta forma, se busca minimizar, o incluso revertir completamente, la pérdida de fuerza de la musculatura intrínseca de la mano secundaria a lesiones proximales del nervio ulnar (NU) o del ramo anterior del primer nervio raquídeo torácico, las cuales determinan importantes secuelas funcionales y estéticas: deformidad en garra de la mano ("garra cubital"), inestabilidad de la articulación metacarpo-

falángica del primer dedo y limitación de la fuerza y precisión de las pinzas digitales (Üstün et al, 2001).

Hasta no hace poco, estas lesiones eran tratadas mediante transferencias tendinosas, con regulares resultados funcionales (Brown et al, 2009a). Frente a esta situación, la transferencia del NPC a la RPNU surgió como una alternativa terapéutica enormemente atractiva, por varias razones:

- Los axones del nervio donante se encuentran próximos a los órganos blanco, reduciendo el tiempo de re-inervación y minimizando la degeneración de sus fibras musculares.
- El NPC es un nervio casi exclusivamente motor, con un contingente mínimo de fibras sensitivas, lo que hace despreciable el riesgo de la regeneración de estas últimas hacia la RPNU.
- La función del músculo pronador cuadrado puede ser sacrificada sin compromiso funcional significativo, siempre que la función del músculo pronador redondo esté conservada.

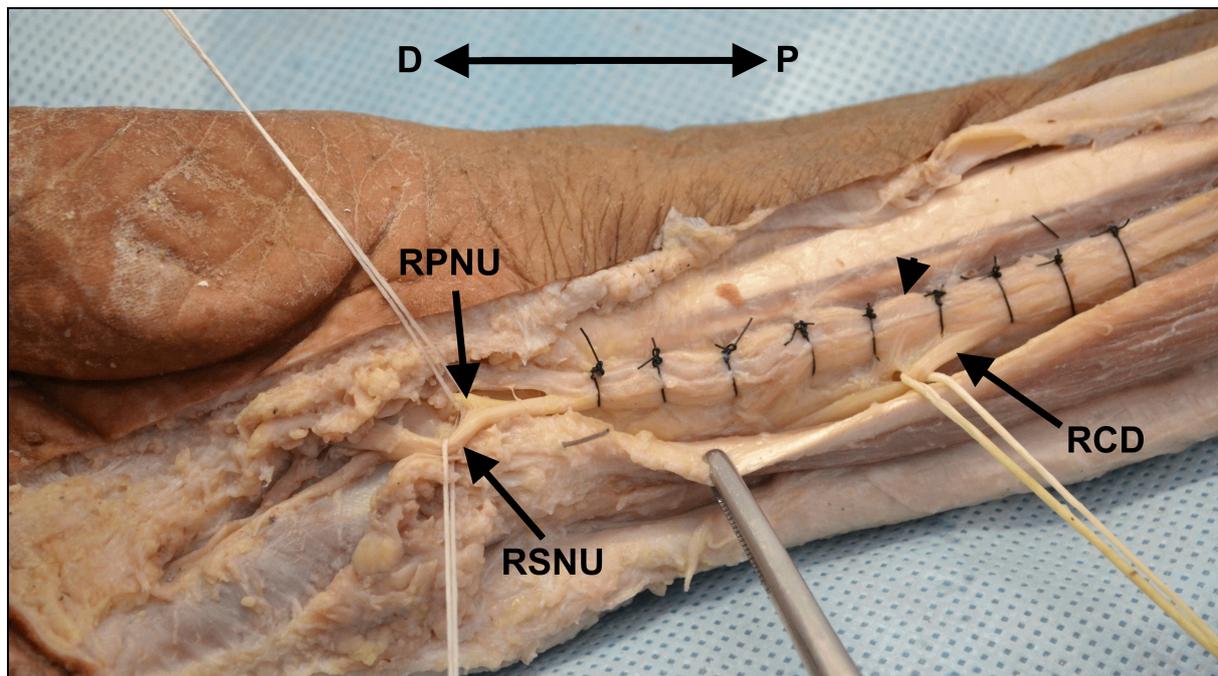


Figura 1 – Fijación del paquete vasculonervioso ulnar a los planos profundos. Exposición del paquete vasculonervioso ulnar por su cara superficial y fijación a los planos profundos mediante puntos de sutura separados cada 1cm. Se observa el origen de la rama cutánea dorsal, así como la división del nervio ulnar en sus ramas terminales. RPNU: Rama profunda del nervio ulnar, RSNU: Rama superficial del nervio ulnar, RCD: rama cutánea dorsal, D: distal, P: proximal, punta de flecha: paquete vasculonervioso ulnar.

La primera publicación referente a la transferencia del NPC a la RPNU fue hecha por Wang y Zhu (1997). Desde entonces, varias

series clínicas han sido reportadas, las cuales si bien abarcan un número escaso de pacientes, han demostrado buenos resultados funcionales

en la mayoría de los casos (Battiston y Lanzetta, 1999; Novak y Mackinnon, 2002; Flores, 2011). En su reciente trabajo Barbour et al (2012) presentaron una modificación de la técnica original, realizando una anastomosis término-lateral del NPC a la RPNU (supercharged end-to-side nerve transfer).

Uno de las claves del éxito de toda transferencia nerviosa es la anastomosis libre de tensión entre el nervio donante y el nervio receptor (Brown et al, 2009a). Esto obliga al cirujano que lleva a cabo la transferencia del NPC a la RPNU, a realizar la sección de esta última tan proximal como sea posible, en vistas a lograr un cabo nervioso distal lo suficientemente largo para permitir su movilización y anastomosis sin tensión con el NPC.

De forma ideal, la identificación y sección de la RPNU debería cumplir con dos premisas:

1. El nervio receptor debería reclutar la totalidad de los axones de la RPNU, sin incluir fibras pertenecientes a otros fascículos del NU. De este modo, la totalidad de los axones donantes se dirigirían hacia la musculatura intrínseca de la mano y se evitaría la regeneración de fibras del NPC hacia el territorio cutáneo del NU.
2. La identificación de la RPNU debería realizarse mediante una disección intraneural mínima, circunscripta al punto de sección, minimizando las complicaciones asociadas a la manipulación excesiva del NU.

Existen dos técnicas reportadas en la literatura para la identificación y sección de la RPNU. Flores (2011) identifica dicho nervio en la palma de la mano y luego realiza su microdisección intraneural hasta el punto de sección deseado. Si bien este método asegura un nervio receptor integrado por la totalidad de las fibras de la RPNU, sin inclusión de fibras sensitivas, la manipulación excesiva del nervio durante la disección extensa podrían, potencialmente, repercutir de forma negativa sobre los resultados funcionales del procedimiento.

Brown et al (2009b), por su parte, proponen identificar la RPNU en la palma de la mano y realizar una "neurólisis visual" en sentido proximal hasta el nivel de sección deseado, donde se realiza una disección intraneural mínima para identificar el fascículo nervioso receptor. De esta forma se evita la manipulación excesiva del nervio y se minimizan las posibilidades de isquemia por lesión de sus vasos.

Lamentablemente, no son muchas las publicaciones que aporten detalles anatómicos relevantes sobre de la anatomía intraneural de la RPNU para su identificación segura mediante disección limitada al sitio de sección.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la topografía intraneural de la RPNU en el antebrazo distal en vistas a su identificación mediante disección intraneural mínima durante los procedimientos de transferencia nerviosa del NPC a la RPNU.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 15 miembros superiores cadavéricos fijados en solución acuosa de formaldehído, sin evidencia de cirugía o patología previa. Mediante una disección de rutina de la región antebraquial anterior, se reclinaron las partes blandas superficiales y se incidió longitudinalmente la aponeurosis antebraquial siguiendo el borde anterior del músculo flexor ulnar del carpo. Se reclinó dicho músculo medialmente y se reconoció la cara superficial del paquete vasculonervioso ulnar.

Se identificó la rama cutánea dorsal del NU (RCD) y se midió la distancia desde su origen hasta el hueso pisiforme.

Se fijó el paquete vasculonervioso ulnar a los planos musculares subyacentes mediante puntos de sutura separados cada 1cm, tomando como referencia el hueso pisiforme (Figura 1). En todos los casos se tuvo especial precaución de no desplazar el paquete vasculonervioso ni modificar su posición.

A continuación, se disecaron las partes blandas de la región palmar y se localizó la RPNU. Bajo microscopio quirúrgico (Olympus OME, 4-20x) se realizó la microdisección intraneural de la RPNU en sentido proximal. Cada un centímetro, donde el paquete vasculonervioso ulnar había sido previamente fijado, se registró la topografía intraneural de la RPNU en base a una división en cuadrantes del NU (anteromedial, anterolateral, posteromedial y posterolateral).

Durante este paso se utilizó ácido acético al 10% para facilitar la disección del tejido conjuntivo intraneural, como propusieron Wang y Zhu (1997) en su publicación original.

La microdisección de la RPNU se continuó hasta donde ya no fuera posible su individualización de los otros fascículos del NU (punto A) (Figura 2), y se midió la distancia desde el pisiforme a dicho punto.

RESULTADOS

La distancia desde el hueso pisiforme al punto A fue de 69mm (41-94) (Tabla 1). La microdisección de la RPNU se logró extender hasta

los 4cm proximales al hueso pisiforme en todos los casos. A medida que se avanzaba la disección en sentido proximal, el número de veces en que se identificó la RPNU disminuyó

progresivamente: en los 5cm, 6cm, 7m, 8cm y 9cm, la RPNU se reconoció en 12, 12, 9, 6 y 2 casos, respectivamente.

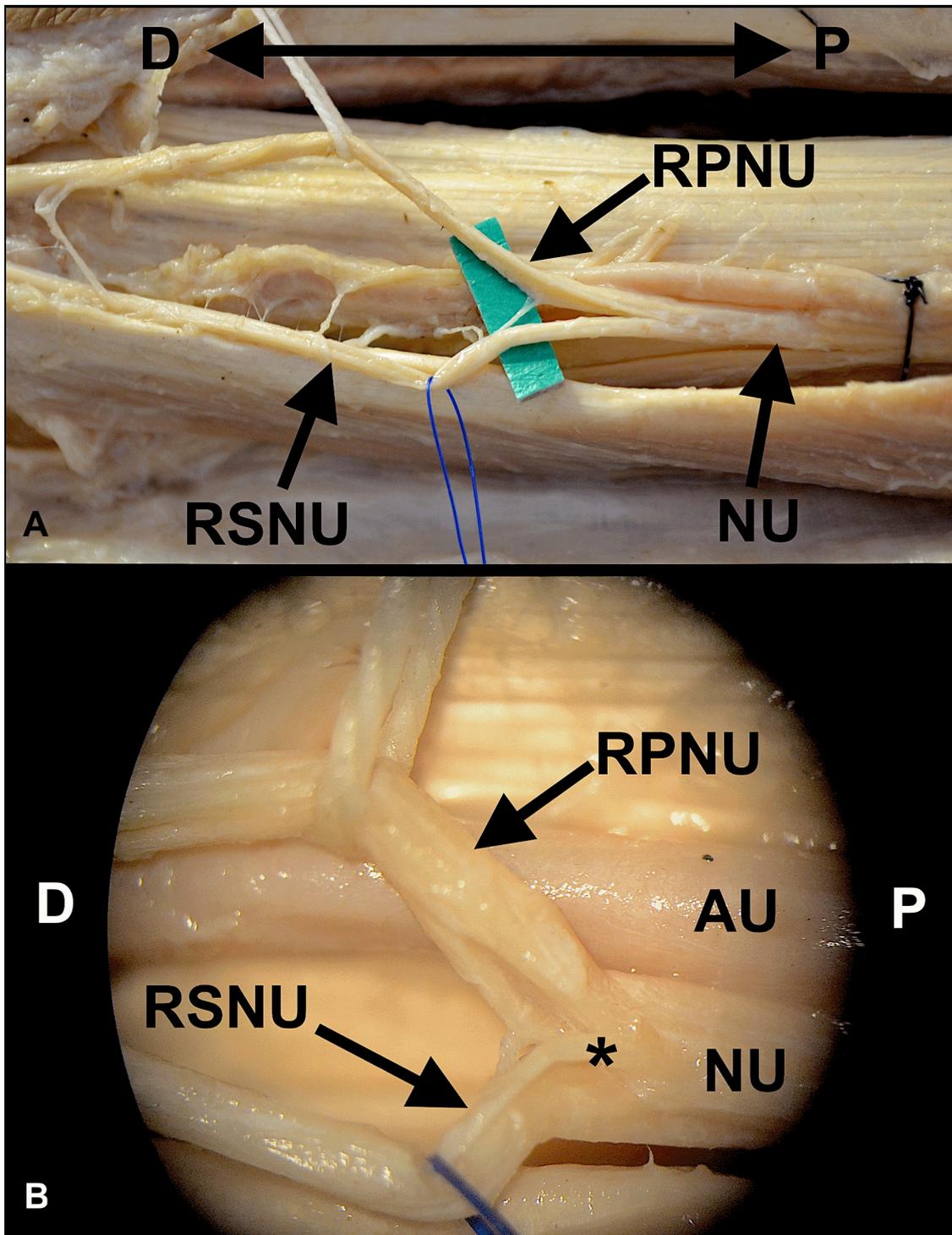


Figura 2 – Disección intraneural de la RPNU. Luego de la microdissección de la RPNU, se evidencia el punto donde ya no es posible su individualización de los otros fascículos del NU (punto A). A: imagen macroscópica. B: Imagen microscópica (10x). RPNU: Rama profunda del nervio ulnar, RSNU: Rama superficial del nervio ulnar, NU: nervio ulnar, AU: Arteria ulnar, asterisco: Punto A. D: Distal, P: Proximal

	NÚMERO DE CASO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P-Punto A	41	91	82	77	76	53	75	94	84	79	71	43	70	45	62
P-RCD	83	72	58	72	58	74	50	62	52	65	77	54	54	56	57

Tabla 1 – Distancias registradas. Distancia en milímetros desde el hueso pisiforme al punto A y al origen de la RCD en cada antebrazo. En todos los casos el Punto A y el origen de la RCD se ubicaron proximalmente al pisiforme. P-Punto A: Distancia entre el pisiforme y el punto A, P-RCD: distancia entre el pisiforme y el origen de la rama cutánea dorsal del nervio ulnar.

		Distancia al pisiforme (cm)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Cuadrante	ANT-MED	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ANT-LAT	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	POST-MED	10	12	13	14	14	11	11	9	6	2	2	2	2
	POST-LAT	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		15	15	15	15	15	12	12	9	6	2	2	2	2

Tabla 2 – Topografía intraneural de la rama profunda del nervio ulnar. Número de veces en que la RPNU ocupó cada uno de los cuadrantes del nervio ulnar. El centímetro cero corresponde al nivel del hueso pisiforme. ANT-MED: anteromedial, ANT-LAT: anterolateral, POST-MED: posteromedial, POST-LAT: posterolateral.

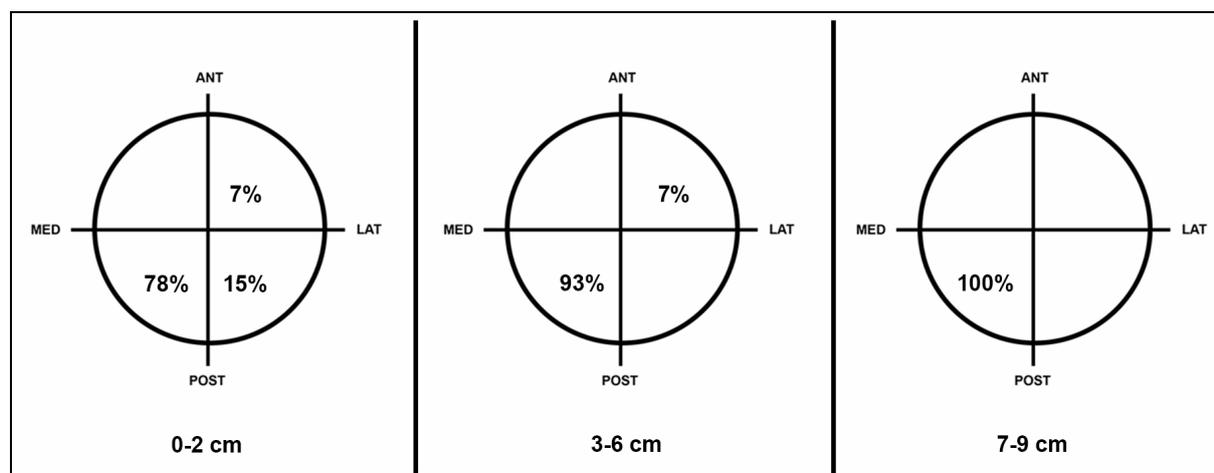


Figura 3 –Topografía de la RPNU: sistematización. Ubicación de la RPNU en cada cuadrante del NU (porcentaje) en tres rangos de distancia: 0-2cm, 3-6cm y 7-9cm. Cada círculo representa una sección transversal del nervio ulnar. ANT: anterior, POST: posterior, MED: medial, LAT: lateral.

La RPNU ocupó los cuadrantes posteriores del NU en la mayor parte de los casos, con un claro predominio del cuadrante posteromedial. En un único antebrazo dicho fascículo se topografió en el cuadrante anterolateral y en ninguna ocasión se encontró en el cuadrante anteromedial. A partir de los 7cm proximalmente al pisiforme dicho fascículo se topografió en el cuadrante posteromedial en todos los casos.

La topografía intraneural de la RPNU en cada antebrazo se presenta en la Tabla 2 y se sistematiza en la Figura 3.

La distancia entre el origen de la RCD y el hueso pisiforme fue de 63mm (52-83) (Tabla 1). El origen de la RCD se encontró distal al punto A en 11 antebrazos, siendo proximal en los restantes 4.

En todos los casos en que el origen de la RCD fue distal al punto A, la RPNU se ubicó en una posición intermedia, entre la RCD, que se encontraba posteromedial o medial, y la rama superficial del nervio ulnar (RSNU), que se ubicó anterolateral. La distancia entre la RCD y el pisiforme en estos casos fue de 60mm (50-77).

DISCUSIÓN

Nuestros hallazgos demuestran que la topografía intraneural de la RPNU es relativamente variable en las proximidades del hueso pisiforme, donde ocupa la mayoría de las veces los cuadrantes posteriores (posterolateral y posteromedial) del NU. No obstante, a medida que continuamos la microdissección hacia proximal, la RPNU se ubicó en el cuadrante posteromedial del NU en forma prácticamente constante.

Estos resultados no difieren de los publicados por Chow et al (1985), quienes lograron individualizar la RPNU hasta 90mm proximalmente a la estiloides radial. En su trabajo, la RPNU se ubicó en el sector dorsal o dorso-medial del nervio ulnar en el 98% de los casos (69% en posición dorso-medial y 29% francamente dorsal), ocupando el cuadrante posterolateral en el 2% restante de los casos.

La distancia entre el punto A y el hueso pisiforme presentó una amplia variabilidad en nuestro trabajo, lo que coincide con los resultados obtenidos por Robert et al (2011), quienes lograron extender la microdissección de la RPNU hasta 55mm (45-72) proximalmente al pisiforme en 15 miembros superiores cadavéricos. Estos autores lograron realizar la anastomosis libre de tensión entre en NPC y la RPNU en todos los casos. Basados en sus hallazgos, podemos suponer que una distancia entre el hueso pisiforme y el punto A mayor o igual a 45mm

permitiría obtener un cabo nervioso distal lo suficiente-mente largo para garantizar la ausencia de tensión en el punto de anastomosis.

En 13 de los 15 antebrazos disecados en el presente estudio, el punto A se ubicó a una distancia mayor o igual a 45mm del hueso pisiforme. En el 96% de estos, la RPNU se ubicó en el cuadrante posteromedial del NU. Estos hallazgos demuestran que la topografía de la RPNU es prácticamente constante en el sitio ideal para su identificación y sección durante los procedimientos de transferencia nerviosa.

La relación intraneural entre la RPNU y los demás fascículos del NU fue constante en la mayoría de los antebrazos, ubicándose en una posición intermedia entre la RCD y RSNU. En todos estos casos, la distancia entre el pisiforme y el origen de la RCD mayor a 45mm. Esto demuestra que el origen de la RCD constituye una referencia útil para identificar la RPNU en el sitio óptimo para su sección, tal como sugieren Brown et al (2009b), quienes destacan la constancia de la organización fascicular del NU proximalmente al origen de la RCD, a la cual describen como sensitivo-motor-sensitivo de medial a lateral (RCD, RPNU y RSNU), lo cual pudimos comprobar en nuestro trabajo.

La utilización de material cadavérico fijado en solución acuosa de formaldehído constituye la principal limitante de nuestro trabajo. El formaldehído produce deshidratación de los tejidos y modifica sus propiedades mecánicas, pudiendo haber afectado la disección intraneural de la RPNU y por ende, los resultados obtenidos. En conclusión, nuestros hallazgos demuestran que la topografía intraneural de la RPNU es constante y predecible en el sitio óptimo para su sección en vistas a su anastomosis libre de tensión con el NPC, avalando su identificación mediante una disección intraneural mínima dirigida al cuadrante posteromedial del NU, entre la RCD y la RSNU.

En los pocos casos en que la topografía intraneural de la RPNU no sigue el patrón antes descrito resultaría inevitable su reconocimiento en la palma de la mano y su microdissección intraneural extendida hasta el punto de sección.

Futuros trabajos anatómicos y quirúrgicos deberán comprobar de forma empírica si la RPNU puede ser identificada de forma precisa mediante disección intraneural mínima tomando en cuenta nuestros hallazgos, incluyendo todos sus axones y excluyendo cualquier fibra sensitiva del NU.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiación

Los autores declaran no haber recibido ningún tipo de financiación para la realización de este trabajo.

Aprobación Ética

No corresponde.

Consentimiento Informado

No corresponde.

Contribuciones

JGP: diseño del trabajo, disección, preparación del manuscrito. FF: disección y preparación del manuscrito; BG: Disección y revisión bibliográfica; EC: Disección; CM: revisión bibliográfica; EO: revisión del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Barbour J, Yee A, Kahn LC, Mackinnon SE.* 2012. Supercharged end-to-side anterior interosseous to ulnar motor nerve transfer for intrinsic musculature reinnervation. *J Hand Surg Am* 37: 2150-59.
- Battiston B, Lanzetta M.* 1999. Reconstruction of high ulnar nerve lesions by distal double median to ulnar nerve transfer. *J Hand Surg Am* 24: 1185-91.
- Brown JM, Shah MN, Mackinnon SE.* 2009a. Distal nerve transfers: a biology-based rationale. *Neurosurg focus* 26: E12.
- Brown JM, Yee A, Mackinnon SE.* 2009b. Distal median to ulnar nerve transfers to restore ulnar motor and sensory function within the hand: technical nuances. *Neurosurgery* 65: 966-78.

Chow JA, Van Beek AL, Meyer DL, Johnson MC. 1985. Surgical significance of the motor fascicular group of the ulnar nerve in the forearm. *J Hand Surg Am.* 10: 867-72.

Flores LP. 2011. Distal anterior interosseous nerve transfer to the deep ulnar nerve and end-to-side suture of the superficial ulnar nerve to the third common palmar digital nerve for treatment of high ulnar nerve injuries: experience in five cases. *Arq Neuropsiquiatr* 69: 519-24.

Novak CB, Mackinnon SE. 2002. Distal anterior interosseous nerve transfer to the deep motor branch of the ulnar nerve for reconstruction of high ulnar nerve injuries. *J Reconstr Microsurg* 18: 459-64.

Robert M, Blanc C, Gasnier P, Le Nen D, Hu W. 2011. Neurotisation de la branche profonde du nerf ulnaire par le nerf interosseux antérieur: étude anatomique. *Chir Main* 30: 406-09.

Üstün ME, Ögün TC, Büyükmumcu M, Salbacak A. 2001. Selective restoration of motor function in the ulnar nerve by transfer of the anterior interosseous nerve. *J Bone Joint Surg Am* 83: 549-52.

Wang Y, Zhu S. 1997. Transfer of a branch of the anterior interosseous nerve to the motor branch of the median nerve and ulnar nerve. *Chin Med J (Engl)* 110: 216-19.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a todos los donantes cadavéricos voluntarios, pieza fundamental para la investigación y la enseñanza de la anatomía.