

Lesión total del nervio mediano y función motora preservada de la mano

Jesús Alberto Diazgranados Sánchez, Jonathan L. Costa, Ricardo Vallejo, José León Torres

RESUMEN

Introducción. El conocimiento de la anatomía y de la fisiología es indispensable para entender las lesiones del sistema nervioso periférico. Algunas variantes anatómicas pueden causar manifestaciones clínicas y neurofisiológicas que dificultan las decisiones necesarias en quienes las portan.

Objetivo. Presentar los hallazgos clínicos y electrofisiológicos en pacientes con lesión del nervio mediano y variantes anatómicas en la inervación motora de la mano afectada.

Material y Métodos. Se realizaron estudios neurofisiológicos con un equipo computarizado AMPLIAD MK-15 y mediante protocolo estándar para velocidades de conducción sensitiva y motora, en 87 individuos. 25 personas sanas, 25 pacientes con compresión del nervio mediano a la altura del ligamento del carpo y 37 pacientes con lesiones totales del nervio mediano.

Resultados. De los 37 pacientes con lesiones del nervio mediano, 17 presentaron preservación de la función motora de la mano, y siete (41%) hallazgos compatibles con la presencia de anastomosis de Martín-Gruber.

Conclusiones. Los músculos de la región tenar pueden tener doble inervación, proveniente de los nervios mediano y ulnar, hecho que explica la preservación de la función motora de la mano, en lesiones totales del nervio mediano (*Acta Neurol Colomb* 2004;20:127-133).

Palabras clave. Nervio mediano, nervio ulnar, sistema nervioso periférico.

SUMMARY

Introduction. Knowledge of anatomical variants in peripheral nervous system is necessary for the correct interpretation of clinical symptoms and electrophysiological issues in patients with arm lesion.

Objective. To discussed electrophysiological and clinical findings in some patients with total median nerve lesion and hand motor function preservation.

Material and methods. Electrophysiological evaluations were made with a computerized device AMPLID MK-15 and through a standard protocol for motor and sensitive nerve conduction in 87 subjects. 25 were control, 25 with median compression in the carpal ligament and 37 patients with total median nerve lesions.

Results. In 37 patients with median nerve lesion, we found 17 with hand motor function preservation and among these seven (41%) exhibit findings in accord with the Martin-Gruber anastomosis.

Conclusions. Muscles in the tenar region of the hand might have innervations from median and ulnar nerves, and that explained the motor function preservations in total median nerve lesions (*Acta Neurol Colomb* 2004;20:127-133).

Key words. Median nerve, ulnar nerve, peripheral nerve disease, nerve conduction.

Recibido: 31/08/04. Revisado: 06/09/04. Aceptado: 28/09/04.

Dr. Jesús Alberto Diazgranados Sánchez: Médico Neurólogo, Morfología MSc, Profesor Titular Morfología Facultad de Medicina Universidad Libre Seccional, Cali; Jonathan L. Costa, MD, PhD. Medical Director, University Rehabilitation Center Associate Profesor The College of Medicine Department of Orthopedics & Rehabilitation; Ricardo Vallejo: MD, PhD, FIPP. Director of Research, Staff Pain Medicine; Adjunct Professor of Biology, Illinois State University; José León Torres: Médico, Profesor de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad Libre Seccional Cali. Cali. Colombia. Correspondencia a: Dr. Jesús Alberto Diazgranados Sánchez, Clínica de Occidente Calle 19N 5N-35 Consultorio 503.

INTRODUCCION

Para interpretar y tratar las lesiones en el sistema nervioso periférico (SNP), se requiere conocer la anatomía y la fisiología de la estructura afectada, sin embargo las lesiones nerviosas en los miembros superiores y entre ellas las que comprometen la mano necesitan adicionalmente un conocimiento de las variaciones anatómicas a las cuales nos podemos enfrentar con cada paciente.

Estas variaciones anatómicas y las relaciones de los nervios mediano y ulnar han sido objeto de extensos estudios anatómicos y neurofisiológicos, los cuales han llevado a definir los diferentes tipos y el porcentaje de comunicaciones que se producen entre ellos (1-4); sin embargo, el no tener en cuenta estas variadas relaciones, puede llevar a malas interpretaciones tanto clínicas como neurofisiológicas o quirúrgicas.

Se ha descrito y se acepta que los músculos de la región tenar están inervados por el nervio mediano (2) y su lesión produce una marcada pérdida de las funciones de la mano y causa denervación de sus músculos (5), sin embargo, no se presenta déficit funcional si ocurre anastomosis mediano ulnar o de Martin-Gruber que se presenta en el antebrazo (Figura 1) o anastomosis ulnar mediano también llamada de Riche-Cannieu (Figura 2), que se da en la palma de la mano, cuando hay comunicación entre fibras motoras del nervio ulnar con la rama tenar del nervio mediano, que inerva los músculos que conforman la eminencia tenar. Este tipo de anastomosis no es clara y diferentes estudios neurofisiológicos han sido contradictorios ya que algunos informan que no existe

(3, 6) y otros demuestran su presencia en el 83% de los individuos (7). Desde el punto de vista neurofisiológico, se dice que hay anastomosis de Riche-Cannieu cuando al estimular el nervio ulnar en la muñeca y en el codo se genera un potencial de acción muscular (PAM) en la eminencia tenar.

Tradicionalmente se ha enseñado y se describe en los libros de anatomía que el nervio mediano es esencial en el funcionamiento motor de la mano y en especial de la región tenar (2), sin embargo nosotros pensamos que el nervio ulnar es el nervio fundamental para la función motora de la mano porque inerva, tanto los músculos de la región hipotenar como en los de la región tenar y de la palma de la mano (8) y que este conocimiento es esencial en el tratamiento médico o quirúrgico de las lesiones nerviosas traumáticas del miembro superior a nivel del antebrazo y mano, así como de gran valor pronóstico.

Demostraremos que, bien sea mediante anastomosis de Martin-Gruber, o de Riche-Cannieu, o de manera independiente, los músculos de la región tenar tienen una doble inervación que a su vez intenta preservar la función en los casos de lesión del nervio mediano.

MATERIAL Y METODOS

En los últimos 15 años (1990–2004), se presentaron en nuestro centro 87 pacientes de los cuales: 17 fueron tratados por lesiones totales, proximales o distales, del nervio mediano, de origen traumático a consecuencia de heridas con arma de fuego o corto-punzante (Tabla 1). Estos

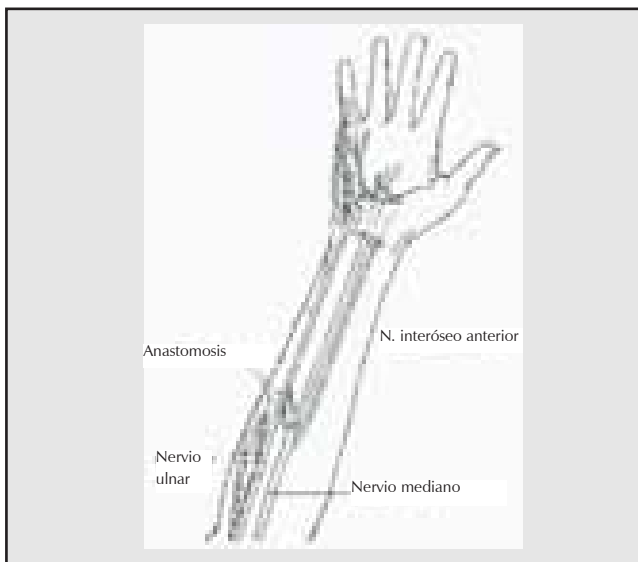


Figura 1. Anastomosis de Martin-Gruber.

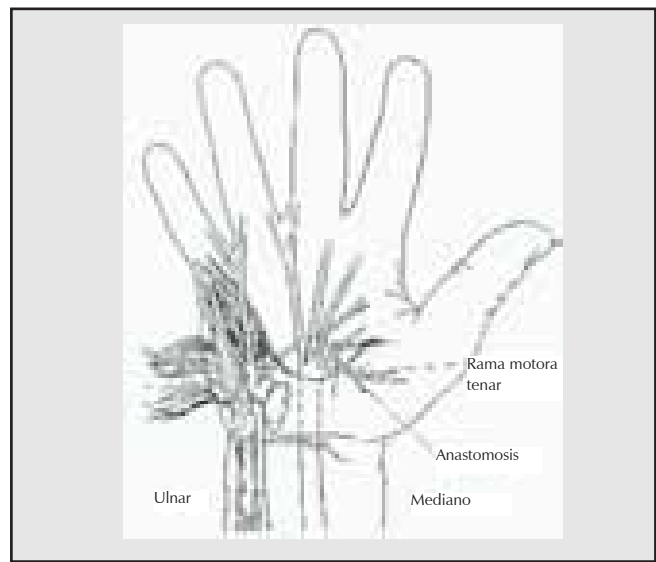


Figura 2. Anastomosis de Riche-Cannieu.

Tabla 1. Análisis demográfico y topografía de la lesión en 17 pacientes con lesiones traumáticas del nervio mediano.

PACIENTE No.	SEXO	EDAD	NIVEL DE LESION MEDIANO	M.S.D.	M.S.I.
1	M	25	1/3 medio antebrazo	X	—
2	M	26	1/3 medio brazo	X	—
3	M	59	1/3 proximal antebrazo	—	X
4	M	47	1/3 distal brazo	—	X
5	M	22	1/3 distal antebrazo	—	X
6	M	22	1/3 proximal antebrazo	X	—
7	M	46	1/3 distal antebrazo	—	X
8	M	28	1/3 medio antebrazo	—	X
9	M	33	1/3 distal antebrazo	—	X
10	M	25	1/3 distal antebrazo	X	—
11	F	9	1/3 distal antebrazo	X	—
12	M	39	1/3 proximal antebrazo	X	—
13	M	33	1/3 distal antebrazo	X	—
14	F	29	1/3 distal antebrazo	X	—
15	M	17	1/3 distal antebrazo	—	X
16	M	35	1/3 distal antebrazo	X	—
17	M	19	1/3 distal antebrazo	X	—

pacientes no presentaban alteraciones motoras ni limitación funcional de la mano, y si ésta se presentó, fue transitoria en la fase aguda con recuperación total posterior. Se presenta también el resultado del estudio en 20 pacientes con historia clínica y hallazgos neurofisiológicos compatibles con compresión del nervio mediano por el ligamento del carpo, con bloqueo total de la conducción nerviosa y función motora preservada. Otros 25 pacientes estudiados presentaron hallazgos clínicos y neurofisiológicos compatibles con la compresión del nervio mediano por el ligamento del carpo, pero sin bloqueo en la conducción y finalmente los 25 pacientes restantes fueron controles sanos.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizó un equipo de electromiografía y potenciales evocados marca AMPLAID MK-15, computarizado.

En todos los pacientes se utilizó la misma técnica de registro de VCMM y VCS, ubicando electrodos de superficie de un cm de diámetro sobre la región tenar el electrodo de registro y sobre el primer dedo el electrodo de referencia. El estímulo se aplicó sobre los nervios mediano y ulnar a nivel distal y proximal con el ánodo dos cms proximal al cátodo. También se registró sobre la región hipotenar con electrodo próximo al abductor del V dedo y el de referencia distal a tres cms.

El estudio de conducción sensitiva del nervio mediano se realizó estimulando los nervios digitales y registrando

con electrodos de aguja colocados sobre el tronco distal del nervio mediano (registro ortodrómico).

El estímulo de un máximo de 50 mA se aplicó, de manera gradual, sobre el nervio mediano, distal al pliegue de la muñeca o en su recorrido hacia la mano, previo al ligamento del carpo y a nivel proximal a la altura del codo. De la misma manera se estimuló el nervio ulnar distal, a la altura de la muñeca y proximal en el codo, con registros tanto en la eminencia tenar como hipotenar (Figura 3). Esta técnica ya fue utilizada en estudios similares (9).

También se realizó estudio electromiográfico, utilizando electrodos de aguja monopolar en músculos del antebrazo y de la mano: flexores de los dedos y del carpo, abductor corto y oponente del pulgar, abductor del V dedo, este registro se llevó a cabo en nueve de los 17 pacientes (Pacientes números 1, 5, 7, 9 10, 12, 13, 14 y 16) con lesiones traumáticas del nervio mediano y cuya falla de conducción se demostró previamente por neuroconducción.

RESULTADOS

Los resultados de los estudios de neuroconducción se resumen en las tablas 2, 3 y 4.

En el registro electromiográfico, en ningún caso se detectó actividad espontánea y el esfuerzo máximo

voluntario mostró un trazado interfencial o intermedio con potenciales de unidad motora (PUM) de amplitud y duración normales

Según criterios neurofisiológicos de Martin-Gruber, esta se presenta en siete de los 17 pacientes con lesiones traumáticas del nervio mediano, que equivale al 41%.

Los pacientes presentan pérdida de la sensibilidad superficial, con conservación de la sensibilidad profunda (vibración y sentido de posición), corroborado por el estudio de neuroconducción sensitiva, excepto un paciente, cuyo registro sensitivo fue normal, indicando una probable variante anatómica a este nivel, como se ha descrito (11).

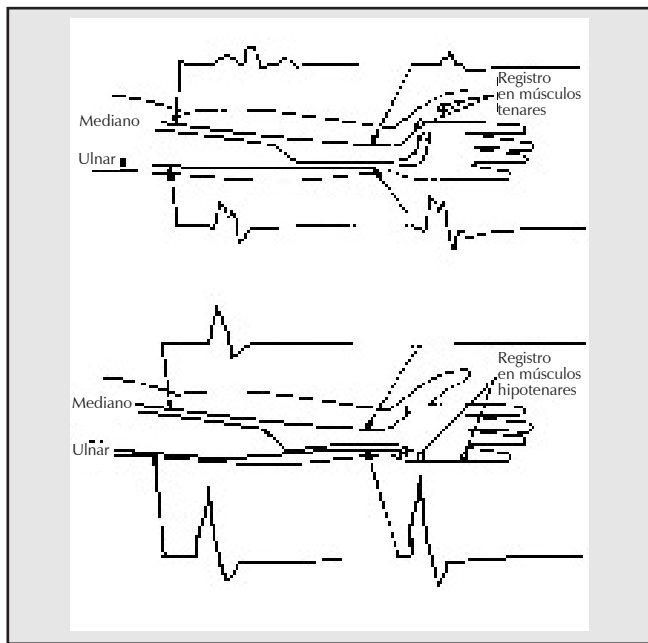


Figura 3. Representación esquemática del estímulo y registro de los nervios ulnar y mediano.

Tabla 2. Latencia promedio y amplitud del potencial de acción motor (onda M) registrados en el abductor breve del pulgar (ABP) en 25 sujetos normales y 25 pacientes con síndrome de túnel carpiano.

Paciente Tipo	Estimulación Nervio Mediano registro Abp		Estimulación Nervio Ulnar registro Abp	
	Latencia Distal (Mseg)	Amplitud(mv)	Latencia Distal (Mseg)	Amplitud(mv)
Normal				
Promedio	3.36	7.74	3.17	9.59
Desviación estándar	+/- 0.26	+/- 3.52	+/- 0.45	+/- 3.31
Rango	2.84 - 3.88	0.43 - 11.0	2.27 - 4.07	2.91 - 16.2
Síndrome túnel carpiano				
Promedio	5.76	4.21	3.39	10.0
Desviación estándar	+/- 2.74	+/- 2.83	+/- 0.55	+/- 4.56
Rango	4.0 - 16.4	0.6 - 13.6	2.29 - 4.49	0.89 - 19.1

DISCUSION

Desde el siglo XIX los anatomistas han descrito múltiples variaciones tanto motoras como sensitivas en la inervación de la mano, lo cual, desde el punto de vista clínico y neurofisiológico puede generar confusión ante determinadas lesiones (8). Algunos estudios anatómicos muestran que los músculos intrínsecos de la mano son 19, de los cuales 14 son inervados por el nervio ulnar y cinco por el nervio mediano, tres de estos últimos se ubican en la región tenar, como son el flexor corto del pulgar, el abductor del pulgar y el oponente del pulgar, además de los lumbricales laterales (2, 8, 10); sin embargo, los músculos de la región tenar parecen tener una doble inervación tanto del nervio mediano como del nervio ulnar como lo muestran nuestros resultados, corroborados por estudios en los cuales se encontró que entre el 70% y el 83% de los individuos tienen una doble inervación motora (ulnar y mediano) (3, 4, 10), bien sea a través de la anastomosis de Martin-Gruber (mediano ulnar en el antebrazo que van del 3% al 50% en estudios neurofisiológicos (12-18) y del 3 al 27% en estudios anatómicos) (19-24), o por la anastomosis de Riche-Cannieu la cual se considera poco frecuente excepto un estudio neurofisiológico que demuestra que el 83% de sus pacientes tienen este tipo de relación (7). Se plantea que debe sospecharse anastomosis de Riche-Cannieu cuando no hay potencial de acción muscular (PAM) al estimular el nervio mediano, con función preservada de la mano (25, 26) y de Martin-Gruber cuando el PAM proximal es de mayor amplitud que el distal (8). Para nosotros es claro en nuestro estudio que al no obtener PAM en la región tenar (músculo ABP) al estimular el nervio mediano, estimulamos el nervio ulnar tanto en proximal y distal con registro en la región tenar donde siempre obtuvimos respuestas en pacientes con lesiones de tipo traumático, y en aquellos con STC y en los controles normales, generalmente esta respuesta es de gran amplitud indicando al menos que a través del nervio ulnar se distribuye el gran volumen

Tabla 3. Promedio de las latencias distales en 20 pacientes con síndrome de túnel carpiano (STC) y bloqueo total en la conducción distal del mediano y función motora preservada.

	Registro región tenar(ABP)Estímulo: Nervio mediano	Amplitud
Promedio	No evoca respuesta	—
Promedio Desviación estándar Rango	Registro región tenar(ABP)Estímulo: nervio ulnar 3.39 mseg +/- 0.55 mseg	10.1 mv 2.29 – 4.49
+/- 4.56 mv		

Tabla 4. Descripción de los hallazgos neurofisiológicos en cada uno de los 17 pacientes con lesiones traumáticas del nervio mediano

PACIENTE	LATENCIA DISTAL	LATENCIA PROXIMAL	AMPLITUD DISTAL	AMPLITUD PROXIMAL	VCCM
Paciente No. 1					
N. mediano der.	No excitable	No excitable	—	—	—
N. ulnar der. (Región tenar)	3.6 mseg	8.0 mseg6.	14.7 mv	—	59 mt/seg
(Región hipotenar)	2.8 mseg	4 mseg	11.8 mv	—	72 mt/seg
Paciente No. 2					
N. mediano der.	No excitable	No excitable	—	—	—
N. ulnar der. (Región tenar)	4.0 mseg	8.0 mseg	21 mv	—	47 mt/seg
(Región hipotenar)	2.4 mseg	6.4 mseg	19 mv	—	54 mt/seg
Paciente No. 3					
N. mediano izq.	No excitable	No excitable	—	—	—
N. ulnar izq. (Región tenar)	3.6 mseg	8.0 mseg	5.1 mv	5.42mv	52 mt/seg
(Región hipotenar)	2.4 mseg	6.8 mseg	8.8 mv	6.89 mv	62.5mt/seg
Paciente No. 4					
N. mediano izq.	No excitable	No excitable	—	—	—
N. ulnar izq. (Región tenar)	4.4 mseg	9.2 mseg	8.4 mv	7.79 mv	54.1mt/seg
(Región hipotenar)	2.8 mseg	6.8 mseg	6.3 mv	5.36 mv	60 mt/seg
Paciente No. 5					
N. mediano izq.	No excitable	7.6 mseg	—	3.45 mv	—
N. ulnar izq. (Región tenar)	3.6 mseg	8.0 mseg	6.4 mv	—	54.5 mt/seg
(Región hipotenar)	2.8 mseg	8.0 mseg	10 mv	—	—
Paciente No. 6					
N. mediano der.	No excitable	No excitable	—	—	—
N. ulnar der. (Región tenar)	3.2 mseg	8.4 mseg	9.1 mv	—	66.6 mt/seg
(Región hipotenar)	2.6 mseg	7.6 mseg	8.6 mv	—	65.6 mt/seg
Paciente No. 7					
N. mediano izq.	No excitable	13.2 mseg	—	1.79 mv	—
N. ulnar izq. (Región tenar)	3.2 mseg	7.2 mseg	4.64 mv	4.56 mv	65 mt/seg
(Región hipotenar)	2.6 mseg	6.8 mseg	6.04 mv	5.92 mv	64 mt/seg
Paciente No. 8					
N. mediano izq.	3.2 mseg	No excitable	1.25 mv	—	—
N. ulnar izq. (Región tenar)	3.2 mseg	7.2 mseg	5.10 mv	—	57.5 mt/seg
(Región hipotenar)	No se realizó	—	—	—	—
Paciente No. 9					
N. mediano izq.	No excitable	7.6 mseg	—	4.08 mv	—
N. ulnar izq. (Región tenar)	3.6 mseg	8.0 mseg	3.81 mv	3.52 mv	61.3 mt/seg
(Región hipotenar)	2.4 mseg	8.4 mseg	12.6 mv	11.2 mv	56.6 mt/seg

Paciente No. 10					
N. mediano der.	No excitable	7.4 mseg	—	2.44 mv	
N. ulnar der.				—	
(Región tenar)	3.2 mseg	7.8 mseg		9.8 mv	67.5 mt/seg
(Región hipotenar)	No se registró		10.5 mv	—	
Paciente No. 11					
N. mediano der.	No excitable	7.56 mseg	7.26 mv	7.55 mv	
N. ulnar der.					
(Región tenar)	3.48 mseg	6.96 mseg	9.04 mv	6.18 mv	57 mt/seg
(Región hipotenar)	3.0 mseg	7.03 mseg		7.14 mv	52 mt/seg
Paciente No. 12					
N. mediano der.	No excitable	No excitable	—	—	—
N. ulnar der.					
(Región tenar)	3.84 mseg	5.28 mseg	2.51 mv	1.84 mv	69 mt/seg
(Región hipotenar)	2.88 mseg	8.64 mseg	5.59 mv	4.8 mv	51 mt/seg
Paciente No. 13					
N. mediano der.	No excitable	No excitable	—	—	
N. ulnar der.					
(Región tenar)	3.36 mseg	7.44 mseg	7.4 mv	6.98 mv	61.2mt/seg
(Región hipotenar)	2.4 mseg	6.00 mseg	11.4 mv	11.1 mv	69 mt/seg
Paciente No. 14 (*)					
N. mediano der.	No excitable	No excitable	—	—	—
N. ulnar der.					
(Región tenar)	2.88 mseg	6.96 mseg	5.98 mv	5.89 mv	56.2 mt/seg
(Región hipotenar)	2.88 mseg	7.08 mseg	3.53 mv	3.02 mv	54 mt/seg
Paciente No. 15					
N. mediano izq.	No excitable	9.0 mseg	—	1.29 mv	—
N. ulnar izq.					
(Región tenar)	3.72 mseg	7.56 mseg	11.0 mv	10.4 mv	62.5 mt/seg
(Región hipotenar)	2.90 mseg	5.89 mseg	6.0 mv	5.4 mv	60 mt/seg
Paciente No. 16					
N. mediano der.	No excitable	No excitable	—	—	—
N. ulnar der.					
(Región tenar)	3.84 mseg	8.16 mseg	8.04 mv	7.26 mv	60.1 mt/seg
(Región hipotenar)	3.12 mseg	6.96 mseg	9.61 mv	12.9 mv	67.7 mt/seg
Paciente No. 17					
N. mediano der.	No excitable	7.36 mseg	—	3.76 mv	—
N. ulnar der.					
(Región tenar)	2.96 mseg	7.28 mseg	15.9 mv	11.7mv	59.0 mt/seg
(Región hipotenar)	2.40 mseg	6.24 mseg	7.4mv	5.84 mv	60.0 mt/seg
Velocidad de conducción sensitiva del Nervio Mediano: en ninguno de los pacientes estudiados se obtuvo respuesta de tipo sensorial, excepto el Paciente No. 14 quien mostró sensibilidad conservada y registros normales.					

de los axones motores que llegan a los músculos de las eminencias tenar o hipotenar así como músculos de la palma de la mano que permiten preservar la funcionalidad de la misma en caso de lesión del nervio mediano.

También encontramos que en los pacientes con lesiones traumáticas de la mano, el 41% de ellos tienen anastomosis de Martin-Gruber, pero no se explica que pasa con el otro 59%, así que es de suponer que estos suplementan su inervación a través de la anastomosis de Riche-Cannieu o de manera independiente el nervio ulnar inerva los músculos de las regiones tenar e hipotenar y de la palma de la mano (27).

Varios estudios de inervación individual de cada músculo muestran que el oponente del pulgar tiene doble inervación que va del 30% en un estudio al 77% en otro. La cabeza del flexor corto del pulgar es suplida por los nervios mediano y ulnar en el 75% de los casos y en un 25% por el ulnar solo, es decir que los músculos de la región tenar tienen doble inervación (nervios mediano y ulnar) (10). Estas variaciones nos ayudan a explicar el porqué nuestros pacientes con lesión total del nervio mediano, tanto a nivel distal como proximal en el antebrazo, han logrado preservar la función motora de la mano sin ningún tipo de limitaciones en la ejecución de este tipo de tareas, excepto los que deban o sean inherentes al déficit sensitivo que casi siempre se presenta en los pacientes y que parece superarse mejor

a través de actividades de la mano sana y estímulos visuales (28).

Es llamativo, sin embargo, que el 100% de nuestros pacientes con lesiones traumáticas distales o proximales al ligamento del carpo, que no evocaron respuesta motora al estimular el nervio mediano, siempre evocaron un potencial de acción motor en la región tenar cuando se estimuló, proximal y distal, el nervio ulnar. Lo cual nos hace pensar que el nervio ulnar inerva todos los músculos intrínsecos de la mano.

En conclusión: Los músculos de la región tenar tienen doble inervación (nervios mediano y ulnar), permitiendo preservar la función motora de las manos aun con lesión total del nervio mediano. Observamos siempre en los controles sanos un potencial evocado muscular en la región tenar tanto al estimular el nervio mediano como el nervio ulnar, lo cual corrobora una inervación dual en los músculos de esta región.

Los hallazgos aquí descritos y las múltiples variaciones encontradas, tanto en especímenes anatómicos como en estudios neurofisiológicos (EMG y neuroconducción), deben hacernos muy cautos en la interpretación clínica y neurofisiológica en los pacientes con lesiones del nervio mediano, así como en las recomendaciones de los programas de rehabilitación, y/o propuestas quirúrgicas, después de lesiones traumáticas o compresivas.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor GUILLERMO LEUNDA RETEGUI. Médico Neurocirujano. Jefe del Servicio de Neurocirugía. Hospital Insular. Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias. España. Por su aporte en la corrección del manuscrito para esta publicación

REFERENCIAS

1. **Kimura J.** Electrodiagnosis in disease of nerve and muscle: Principles and practice. 2nd Philadelphia: F.A. Davis Company, 1989: 10-16.
2. **Gardner E, Gray DJ, O'Rahilly R.** Anatomía: Estudio por regiones del cuerpo. 2a Ed; Barcelona: Salvat Editores 1971;187-194.
3. **Kimura J, Murphy MJ, Varda DJ.** Electrophysiological Study of anomalous innervation of intrinsic hand muscles. Arch Neurol 1976; **33**: 842-844.
4. **Uncini A, Lange DJ, Lovelace RE.** Anomalous intrinsic hand muscles innervation in median and ulnar nerve lesions: an electrophysiological study. Ital J Neurol Sci 1988; **9**: 497-503.
5. **Adams RD, Victor M.** Principles of Neurology. Mac Graw Hill, 4th. Ed; 1989: 1067-1068.
6. **Amoridis G.** Median – ulnar nerve communications and anomalous innervation of the intrinsic hand muscles: an electrophysiological study. Muscle nerve 1992; **15**: 576-579.
7. **Kimura I, Ayyar D, Lippmann SM.** Electrophysiological verification of the ulnar to median nerve communications in the hand and forearm. Tohoku J Exp Med 1983; **14**: 269-274.
8. **Dong M, Liveson J.** Nerve conduction Hand Book. Philadelphia: F.A. Davis Company; 1989: 95.
9. **Refaeian M, King JC, Dumitru D, Cuetter AC.** Carpal tunnel syndrome and Riche-Cannieu anastomosis: electrophysiologic findings. Electromyogr Clin Neurophysiol 2001; **41**: 377-382.
10. **Bergman R, Afifi A, Miyauchi R.** Ulnar nerve. 2004 Virtual hospital (a digital Library of Health Information).
11. **Hopf HC.** Forearm ulnar-median nerve anastomosis of sensory axons. Muscle nerve 1990; **13**: 654-656.
12. **Amoridis G, Vlachonikolis IG.** Verification of the median – to – ulnar and ulnar – to – median nerve motor fiber anastomosis in the forearm: an electrophysiological study. Clin Neurophysiol 2003; **114**: 94-98.
13. **Hasegawa O, Matsumoto S, Lino M, Mimura E, Wada N, Gondo G.** Prevalence of Martin-Gruber anastomosis on motor nerve conduction studies (abstract). No To Shinkey 2001; **53**: 161-164.
14. **Sarikioglu L, Sindel M, Ozkaynak I, Aydin H.** Median an ulnar nerve communication in the forearm: an anatomical and electrophysiological study. Med Sci Monit 2003; **9**: 351-356.
15. **Uchida Y, Sugioka Y.** Electrodiagnosis of Martin-Gruber connection and its clinical importance in peripheral nerve surgery. J Hand Surg (ATM) 1992; **17**: 54-59.
16. **Kayamori R.** Electrodiagnosis in Martin-Gruber anastomosis (abstract): Nipón Seikeigeka Gakkai Zasshi 1987; **61**: 1367-1372.
17. **Erdem HR, Ergü S, Ertuk C, Ozel S.** Electrophysiological evaluation of the incidence of Martin-Gruber anastomosis in healthy subjects. Yonsei Med J 2002; **43**: 291-295.
18. **Budak F, Gonenc Z.** Innervation anomalies in upper and lower extremities (an electrophysiological study). Electromiogr Clin Neurophysiol 1999; **39**: 231-234.
19. **Rodríguez-Niedenfuhr M, Vasquez T, Parkin T, Logan B, Sanudo JR.** Martin-Gruber anastomosis revisited. Clin anat 2002; **15**: 129-134.
20. **Shu H, Chantelot C, Oberlin C, Alnot JY, Shao H.** Anatomic study and review of the literatura on the Martin-Gruber anastomosis (abstract). Morphologie 1999; **83**: 71-74.
21. **Olave E, Prates JC, Del Sol M, Sarmiento A, Gabrielli C.** Distributions patterns of the muscular branch of the median nerve in the tenor region. Janat 1995; **186**: 441-446.
22. **Nakashima T.** An anatomic study on the Martin-Gruber anastomosis. Surg Radiol Anat 1993; **15**: 193-195.
23. **Homma T, Sakai T.** Thenar and hipotenar muscle and their innervation by the ulnar nerves in the human hand. Acta Anat (Basel) 1992; **145**: 44-49.
24. **Taams KO.** Martin-Gruber connections in South Africa. An anatomical study. J Hand Surg (Br) 1997; **22**: 328-330.
25. **Golovchinsky V.** Ulnar to median anastomosis and its role in the diagnosis of lesions of the median nerve at the elbow and the wrist. Electromyogr Clin Neurophysiol 1992; **32**: 255-256.
26. **Boluckbasi O, Turgut M, Akyol A.** Ulnar to Median Nerve anastomosis in the palm. Neurosourg Rev 1999; **22**: 138-139.
27. **Sachs GM, Raynor EM, Shefner JM.** The all ulnar motor hand without forearm anastomosis. Muscle Nerve 1995; **18**: 309-313.
28. **Jerosch - Herold C.** Measuring outcome in the median nerves injuries. J Hand Surg (Br) 1993; **18**: 624-628.