

Alternativas de tratamiento en el síndrome compresivo del nervio cubital

Fernando Levaro Pano*

RESUMEN

En la fisiopatología de la compresión del nervio cubital, aunque pueden existir varias causas, el componente isquémico es la vía crítica por la que se afecta la función del nervio y se producen los síntomas. El sitio de compresión más frecuente del nervio cubital es a nivel de codo, y representa la segunda neuropatía más frecuente después del Túnel del Carpo. El diagnóstico es principalmente clínico por manifestaciones de parestesias y calambres a nivel de codo que se extiende hasta la mano, con paresia de la misma, con signo de Tinel (+), y en casos avanzados, se aprecian modificaciones de la posición de la mano y dedos. La Electromiografía en la neuropatía cubital no es de utilidad. Se debe iniciar un tratamiento no quirúrgico, que incluye medidas de Medicina Física, férulas, y medicamentos. En caso que no mejore en 2-3 meses, se debe valorar la cirugía, la cual incluye descompresión *in situ*, epicondilectomía medial, trasposición anterior subcutánea, trasposición intramuscular, transposición submuscular, y liberación endoscópica del túnel cubital. Cada una de estas técnicas tiene sus indicaciones y sus riesgos potenciales, siendo la descompresión *in situ* la que parece que ofrece mejores resultados, de acuerdo a la literatura revisada.

Palabras clave: Nervio cubital, codo, neuropatía, Tinel.

SUMMARY

In the pathophysiology of ulnar nerve compression, although there may be several causes, ischemic component is the critical means by which nerve function is affected and symptoms occur. The most common site of compression ulnar nerve is at the elbow, and represents the second most common neuropathy after carpal tunnel. The diagnosis is mainly clinical, by paresthesias and cramps, and paresis at the elbow, that extends down to the hand, Tinel sign (+), and in advanced cases, we can see changes in the hand and fingers appearance. The EMG in the ulnar neuropathy is useless.

*Should always start nonsurgical treatment, including measures of physical therapy, splints and non-steroid medications. If that does not improve in 2-3 months, surgery should be assessed, which includes techniques of decompression *in situ*, medial epicondylectomy, anterior subcutaneous transposition, intramuscular transposition, submuscular transposition, and endoscopic ulnar tunnel release. Each of these techniques has its indications and potential risks, where decompression *in situ* seems to offer the best results, according to the medical literature reviewed.*

Key words: Ulnar nerve, elbow, neuropathy, Tinel.

* Reconstructive Orthopaedic Center of Houston. Director de Cirugía de Mano Universidad de Texas-Houston, Departamento de Ortopedia.

Dirección para correspondencia:
Dr. Fernando Levaro Pano
4126 SW Freeway, Ste 330, Houston, TX 77027
Tel: (713)520-1210 Fax: (713)400-8302.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/orthotips>

La fisiopatología en general de las neuropatías compresivas en los nervios periféricos incluye varios factores: Un componente sistémico (edad, enfermedades como diabetes, etc.) que aunque no causan directamente un factor de compresión en los nervios, pueden disminuir el umbral para la tolerancia a la compresión. Posiciones de flexo/extensión persistentes de las articulaciones, bordes tensos de músculos, tendones o fascia, edema de tejido (tenosinovitis) pueden causar compresión mecánica y el consecuente aumento en la presión extra e intraneuronal. Controversialmente, el micro trauma repetitivo también puede ser factor de compresión. Consecuentemente, la compresión de los nervios disminuye el deslizamiento nervioso y con esto se acentúa el fenómeno de tracción durante flexo/extensión de las articulaciones. Finalmente el componente isquémico es la vía crítica por la que se afecta la función del nervio y se produce la sintomatología clínica.

La neuropatía por compresión del nervio cubital en la extremidad superior puede ocurrir en varios lugares. Dos sitios potenciales de compresión de este nervio son a nivel del canal de Guyón, en la muñeca (Síndrome del Canal de Guyón), y el otro mucho más frecuente a nivel del codo, denominado Síndrome del Túnel Cubital. Como diagnóstico diferencial podríamos mencionar el Síndrome de Salida Torácica que frecuentemente produce síntomas relacionados con distribución sensitiva del nervio cubital y otras patologías como Esclerosis Lateral Amniotrófica o Tumor de Pancoast que también pueden simular un Síndrome Compresivo de Nervio Cubital.

El Síndrome del Túnel Cubital es muy común y representa la segunda neuropatía en incidencia siguiéndole sólo al Síndrome del Túnel del Carpo.

La neuropatía del nervio cubital a nivel del codo puede ocurrir por isquemia, compresión mecánica externa repetitiva a nivel de codo, compresión por flexión del codo por tiempo prolongado, cicatriz posttraumática, anomalías musculares o presión directa por efecto de masa. El nervio cubital también se puede ver comprometido por trauma agudo, en las fracturas de codo o durante su tratamiento. La subluxación del nervio cubital sobre el epicóndilo medial puede causar efecto de compresión o tracción.

El nervio cubital se ve comprometido en dos formas durante la flexión prolongada del codo, la primera es por disminución del espacio, que puede ser hasta de 55% como lo reporta Apfelberg y Larson,¹ lo que conlleva a aumento de la presión a nivel del túnel cubital extra e intraneuronal,^{2,3} el segundo mecanismo es por tracción que directamente pone tensión longitudinal al nervio y por ende efecto de compresión cuando éste se presiona detrás del epicóndilo medial.

El diagnóstico del Síndrome del Túnel Cubital es principalmente clínico porque los estudios electro-diagnósticos frecuentemente muestran resultados normales. Los pacientes se quejan inicialmente de sensación de adormecimiento y «hormigueo» en la parte cubital de la mano, un dolor vago en la parte medial del codo que puede irradiarse distalmente. A medida que la severidad de la neuropatía progresá, el paciente nota debilidad de la mano, falta de coordinación en los movimientos manuales y en los casos más graves, posturas anormales (mano en garra), con pérdida de la masa muscular intrínseca de la mano.

El examen físico corrobora la presencia del signo de Tinel a nivel del codo (sensación de calambre a la percusión del nervio), la reproducción de los síntomas con examen provocativo(flexión máxima del codo combinado con compresión digital ligera sobre el nervio cubital), debilidad de los dedos para la abducción e incapacidad de cruzar los dedos sin asistencia. En casos muy avanzados la atrofia muscular es obvia en el lado radial del segundo metacarpiano, aparecen los signos de Froment (el paciente flexiona las articulaciones inter-falángicas del pulgar e índice para mantener una hoja de papel mientras el examinador aplica tracción) y el signo de Wartenberg (el meñique permanece en abducción con la extensión digital).

El signo de Tinel es sumamente sensible y frecuentemente es bilateral. La prueba provocativa tiene buena sensibilidad y especificidad.⁴ El examen debe documentar objetivamente la función sensorial. Las pruebas que se alteran inicialmente son las de umbral sensorial (monofilamento de Semmes-Weinstein y vibración) seguidas de alteración de las pruebas de densidad nerviosa (discriminación a dos puntos o prueba de Weber).

McGowan clasifica la neuropatía cubital a nivel del codo en tres grados basado en la alteración de la función muscular:⁵ grado I. Neuropatía Cubital sin debilidad, grado II. Neuropatía Cubital con debilidad, sin atrofia, grado III. Presencia de atrofia muscular.

Al igual que el diagnóstico, las decisiones de tratamiento se basan principalmente en criterios clínicos. Sin embargo, los estudios de electro-diagnóstico aunque no son definitivos, sirven para establecer un punto de referencia en el tratamiento, pueden asistir en la localización de el sitio de lesión, muestran la presencia de polineuropatía u otras entidades de afectación neurológica, señalan otros sitios de compresión nerviosa, corroboran la existencia y severidad de casos extremos, evitan el retraso del tratamiento quirúrgico en casos severos, asisten en la evaluación de la regeneración nerviosa y permiten reconfortar a un paciente consternado siempre que los resultados son normales. El criterio electro-diagnóstico aceptado para decir que un paciente tiene neuropatía compresiva a nivel del túnel cubital es disminución de la velocidad de conducción motora,⁶ ya sea comparativamente con el lado contralateral, o cuando la velocidad es menor a 50 m/sec a nivel del codo.

Es importante hacer una evaluación completa que incluya todos los nervios de la extremidad superior desde el cuello a la mano porque los nervios periféricos pueden tener más de un sitio de compresión, creando lo que se denomina fenómeno de doble compresión neurológica.⁷ Esto implica no sólo la compresión de un mismo nervio en dos lugares, sino el hecho de que un sitio de compresión puede causar trastornos del transporte axonal y la conducción nerviosa, lo que aumenta la susceptibilidad para sufrir compresión en otro lugar del nervio.

Las estructuras involucradas en la posible compresión del nervio cubital a nivel del codo incluyen las siguientes en orden proximal a distal: el septo braquial intermuscular, la arcada de Struthers, el ligamento de Osborne, la bandas de la fascia del flexor *carpi ulnaris* y cualquier estructura anormal causando efecto de masa.

TRATAMIENTO

Existen varias formas de tratamiento del Síndrome del Túnel Cubital que incluye medidas no quirúrgicas así como varios procedimientos quirúrgicos que todavía se encuentran en debate respecto a las indicaciones y efectividad de cada uno de ellos. En el ROC (Reconstructive Orthopaedic Center) tomamos en cuenta la severidad y cronicidad del problema, respuesta a tratamientos previos y las características constitucionales y necesidades individuales de cada persona para asistir a nuestros pacientes en la decisión del que será el tratamiento más adecuado para cada individuo. Un factor clave para la toma de decisiones es el porcentaje de riesgo y beneficio que conlleva cada uno de los tratamientos propuestos.

El tratamiento no operatorio tiene su base en la educación del paciente sobre las bases anatómicas y fisiológicas del problema, la concientización de la diferentes actividades que ocasionan posiciones provocadoras de compresión (sacar el brazo sobre la ventana cuando se maneja, sostener el teléfono con la mano durante conversaciones prolongadas, dormir con los codos flexionados o poniendo la mano debajo de la cabeza, uso del aire acondicionado al máximo durante la noche induciendo la posición fetal-flexión de codo), y la enseñanza de ejercicios de deslizamiento y estiramiento nervioso que el paciente puede realizar regularmente. Las férulas rígidas para limitar la flexión del codo pueden ser usadas durante el día y la noche. Lister sugiere que si la férula se usa por tiempo suficientemente prolongado, la sintomatología se resuelve en un número importante de casos.⁸ Desafortunadamente, el uso de la férula rígida impide funciones importantes de la vida cotidiana y es incómoda para dormir, por lo que los pacientes frecuentemente abandonan su uso. El uso de coderas de protección que no sean restrictivas es mejor tolerado y puede proteger al nervio de trauma externo durante el día cuando el cojín se usa en la parte posterior, durante la noche se puede cambiar con el cojín hacia la parte anterior, lo que funciona como un recordatorio para que el paciente evite la flexión de codo durante el sueño. Una instrucción cuidadosa por el médico, o la referencia para un curso breve de terapia de mano que pueda educar al paciente en estos aspectos puede resolver casos leves a moderados. La respuesta no es inmediata. En ocasiones, toma hasta 6 meses para poder ver cambios significativos. Cuando hay falla del tratamiento a pesar de seguir todas las recomendaciones por un mínimo de 2 a 3 meses, el paciente puede requerir descompresión quirúrgica del nervio. Sin embargo, el tratamiento quirúrgico tiene un porcentaje variable de fallas y las complicaciones del mismo pueden ser devastadoras.

Las opciones para la descompresión del nervio cubital a nivel del codo incluyen: Descompresión *in situ*, Epicondilectomía Medial, Transposición Anterior del Nervio que puede ser a nivel Subcutáneo, Intramuscular o Submuscular y más recientemente propuesto, la descompresión *in situ* con asistencia Endoscópica. En el ROC (Reconstructive Orthopaedic Center) tenemos más de 10 años de experiencia y cerca de mil casos realizando la descompresión *in situ* por abordaje mínimo, sin uso del Endoscopio.

Continúa en debate el valor y la eficacia de cada una de estas técnicas así como sus indicaciones quirúrgicas. Los resultados reportados en la literatura internacional por los proponentes y detractores de cada una de las técnicas son variables.

Para poder analizar los beneficios y los problemas potenciales con cada una de las técnicas es necesario notar algunas generalidades anatómicas y quirúrgicas: las ramas del nervio cutáneo medial del antebrazo frecuentemente cruzan de la parte anterior hacia la parte posterior cerca del epicóndilo medial, la lesión inadvertida de estas ramas durante la disección puede crear un neuroma doloroso. En tanto más extensa es la disección, mayor la posibilidad de lesión. Durante la transposición, a mayor disección perineural (nervio cubital) mayor formación de cicatriz que puede tener dos efectos, restricción de la movilidad, y efecto directo de compresión. La posición del nervio cubital posterior al epicóndilo medial ocasiona aumento en la tensión del nervio siempre que se realiza flexión del codo. En teoría, sólo el procedimiento de transposición podría substancialmente cambiar la tensión del nervio durante la flexión del codo. Sin embargo, la misma analogía se puede aplicar una vez que el nervio está transpuesto anteriormente, porque la prominencia anterior de la tróclea y la posición posterior del nervio cubital en el antebrazo proximal crean tensión en extensión máxima del codo, si a esto aunamos el volumen muscular en la transposición subcutánea, el efecto de tensión se acentúa más. La disposición del vaso nervorum es variable y siempre se debe de intentar preservar la vascularidad durante la transposición del nervio. Cuando no se puede realizar una disección cuidadosa que preserve la vascularidad se crea un proceso de isquemia que en el caso de disecciones repetidas puede causar necrosis isquémica (comunicación personal Neil Jones).

Descompresión *in situ*. La descompresión *in situ* se describe originalmente a través de una incisión de 6 a 10 cm siguiendo el curso del nervio cubital. El procedimiento se realiza bajo isquemia controlada con torniquete e idealmente bajo magnificación visual. Las ramas del nervio cutáneo medial del antebrazo se deben proteger durante todo el procedimiento. Se identifica el septo medial del brazo tomando como punto de referencia el epicóndilo medial y se incide la fascia para identificar el nervio cubital, el cual se libera bajo visualización directa, desde la región proximal al epicóndilo medial avanzando distalmente a través del ligamento de Osborne, la fascia del antebrazo, las dos cabezas del flexor carpi ulnaris y el borde tendinoso de este músculo. Se verifican posibles puntos de compresión proximalmente a nivel del septo y la fascia braquial y se liberan las estructuras necesarias. Hay que prestar atención a las pequeñas ramas vasculares que cruzan perpendicularmente al eje del nervio y pueden ocasionar sangrado si no se protegen o cauterizan de manera previa a su división. La hemostasia idealmente se debe realizar en forma progresivamente durante el abordaje y en cada paso del procedimiento donde se juzgue necesario. No hay necesidad de disección peri o intra-neural. El codo se moviliza en flexo-extensión observando directamente el nervio cubital para identificar subluxación. Si se corrobora la subluxación, se debe realizar una transposición

anterior. La valoración preoperatoria cuidadosa puede anticipar este hallazgo y alertar al paciente preoperatoriamente sobre la posibilidad de la transposición. Algunos atletas con importante volumen muscular pueden experimentar subluxación del nervio por efecto de desplazamiento causado por la cabeza medial del tríceps. El cirujano puede decidir en estas circunstancias si el paciente requiere de transposición anterior (cuando la causa es principalmente ósea), o resección limitada del exceso de volumen muscular cuando el tríceps es quien desplaza anteriormente al nervio. Al concluir la liberación se irriga ligeramente y se corrobora la hemostasia final. El cirujano puede elegir liberar el torniquete para asegurarse de la efectividad de la hemostasia, o si se ha sido compulsivo con la hemostasia desde el principio, cerrar con isquemia controlada. Se aproximan los tejidos subcutáneos con suturas absorbibles interrumpidas y la piel con sutura subcuticular corrida. La herida se infiltra con bupivacaína con epinefrina para ayudar en el control de dolor y hemostasia. La herida se cubre con vendajes suaves bien acolinados. Es opcional el uso de una férula. Es conveniente aplicar presión ligera por 5 minutos en el área quirúrgica durante la liberación del torniquete para controlar la fase hiperémica y evitar la formación de hematoma. El paciente idealmente debe comenzar con ejercicios de deslizamiento nervioso en las primeras 48 horas del postoperatorio. Los vendajes se mantienen hasta la primera visita en nuestra oficina que es en una semana. Las suturas se retiran en dos semanas.

Nosotros pensamos que la liberación *in situ* tradicional puede descomprimir efectivamente el nervio cubital, sin embargo utiliza un abordaje bastante amplio incrementando el riesgo de lesión de ramas cutáneas y creando más trauma debido a disección más extensa de lo necesario.

Epicondilectomía Medial. King y Morgan reportaron en 1950 una serie de 16 pacientes con este procedimiento, en 1959 los autores reportaron sus resultados a largo plazo.⁹ La mayoría de los pacientes tenían neuropatía cubital postraumática, a diferencia de la neuropatía idiopática por compresión. El procedimiento consiste en la resección del epicóndilo medial con la idea de permitir una migración anterior del nervio con menos disección. O'Driscoll ha demostrado que sólo se puede resecar un máximo de 20% del epicóndilo medial sin poner en riesgo la banda anterior del ligamento colateral medial del codo,¹⁰ lo que limita la efectividad del procedimiento. El procedimiento tiene complicaciones significativas como dolor óseo en el sitio de la resección, inestabilidad medial del codo, debilidad muscular a la flexión y por ende ha caído en desuso.

Transposición Anterior Subcutánea. El procedimiento requiere de una incisión más larga, de aproximadamente 15 cm básicamente seguimos los primeros pasos iniciales de la liberación tradicional *in situ* pero con una disección más extensa. Se eleva un colgajo cutáneo anterior conservando el máximo grosor de tejido subcutáneo, las ramas cutáneas son protegidas y disecadas, se identifica el septo braquial y se realiza hemostasia progresiva, se identifica y libera el nervio cubital proximalmente hasta su cruce en el septo braquial y se reseca una porción de por lo menos 2 cm del septo, la liberación del nervio se completa a nivel distal a través del túnel cubital prestando gran atención

a la liberación de cualquier restricción a nivel del flexor *carpi ulnaris* y a las fibras del septo intermuscular, el nervio se eleva conservando su vascularidad al máximo. Es necesario liberar las ramas para el flexor *carpi ulnaris* y dividir una rama articular que ocasionalmente se observa a nivel del epicóndilo medial para poder movilizar el nervio libremente. El nervio se transpone dejándolo por encima de la fascia y se realiza un soporte a forma de hamaca fascio-cutánea a nivel del epicóndilo para mantener el nervio anterior al epicóndilo como lo sugiere Eaton.¹¹ Es importante verificar que exista el adecuado espacio y deslizamiento para el nervio, verificar que no se creen acodamientos. El cierre y cuidado postoperatorio es el mismo que para la liberación *in situ*. Esta técnica tiene utilidad en atletas de lanzamiento cuando se requiere transposición en orden de evitar debilidad de la masa flexo-pronadora.

Transposición Intramuscular. Descrita por Adson en 1918. La técnica tiene su fundamento en la creencia de que a comparación de la transposición subcutánea, la transposición intramuscular permite dejar el nervio en una posición más longitudinal y más protegida de trauma. El abordaje es el mismo que en la transposición subcutánea, con la variante de la formación de un canal entre la masa flexo-pronadora siguiendo el curso del nervio transpuesto. Los septos fibrosos intramusculares se resecan y el nervio se deja entre la masa muscular vigilando el deslizamiento apropiado y que no se produzca acodamiento del nervio, por último se realiza un cierre anatómico. La recomendación es inmovilizar el codo del paciente por 3 semanas y no se permite actividad regular hasta las 10 semanas.¹²

Transposición Submuscular. Descrita por Learmonth en 1942, esta técnica propone la elevación completa de la masa flexo-pronadora cuidando de no lesionar el ligamento colateral cubital, seguido de la transposición del nervio cubital debajo del colgajo muscular.¹³ La disección es habitualmente más extensa que con otros procedimientos. Hay variaciones a la técnica que incluyen la creación de colgajos de la fascia flexo-pronadora en forma de escalón para ganar distancia al cierre, donde los colgajos se transponen uno frente a otro con el fin de evitar compresión. El rango de movilidad se inicia de 5-10 días. En fundamento esta técnica ofrece beneficios similares a la transposición intramuscular. Para algunos autores, ésta es la opción de salvamento después de cirugía de túnel cubital fallida y la opción ideal para atletas de lanzamiento.¹⁴ Los críticos de esta técnica señalan preocupación por la extensa disección, la potencial formación de cicatriz y la creación de isquemia del nervio cubital.

Cabe señalar para las transposiciones intra, submuscular o transmuscular, que el nervio cubital transpuesto tiende a migrar medialmente con la extensión del codo, posicionando al nervio adyacente al epicóndilo medial que es una zona de transición mio-tendinosa, inherentemente con mínimo volumen muscular, de manera que el nervio tiene el potencial de crear adherencias firmes a tejido tendinoso y el acojinamiento provisto no es substancial. Cualquiera que sea la técnica utilizada, es crítico el revisar compulsivamente la eliminación de cualquier banda de compresión y el deslizamiento amplio y adecuado al final del procedimiento.

Liberación Endoscópica del Túnel Cubital. En 1995 Tsai y Bonczar¹⁵ publicaron su experiencia temprana con la liberación del túnel cubital asistida con

endoscopio utilizando un tubo de cristal y una cuchilla de menisectomía utilizando una incisión de 3 cm. Siguiendo la filosofía de procedimientos menos invasivos, el propósito de esta técnica es limitar la cantidad de disección, la morbilidad, el tamaño de la incisión en piel y el dolor postoperatorio. A partir de 1999 han aparecido más publicaciones con variaciones de la técnica y nuevos instrumentos. La técnica más recientemente publicada utiliza una incisión de 1.5 cm e insuflación con dióxido de carbono para una disección de aproximadamente 18 cm de longitud en el nervio cubital con transposición subcutánea realizada en 35 minutos.¹⁶ Los resultados en general son comparativos con los de las demás técnicas abiertas y el índice de recurrencias es menor que los reportados con técnicas abiertas.

En el ROC tenemos más de 10 años de experiencia realizando la liberación del túnel cubital de forma mínimamente invasiva, utilizando una incisión de 3 cm sin asistencia endoscópica, para una liberación de aproximadamente 12 cm de longitud del nervio cubital. Utilizamos sólo instrumentos convencionales y el método se basa en una cuidadosa disección limitada de la fascia siguiendo el curso del nervio cubital y utilizando tijeras de tenotomía para la liberación. El cirujano más experimentado de nuestra práctica ha realizado cerca de mil liberaciones cubitales. Anecdóticamente, los resultados son comparativos a los de otras técnicas quirúrgicas, sus recurrencias son menores, el inicio de movilidad es inmediato y el dolor es mínimo. Las complicaciones ocurridas han sido en 2 pacientes relacionadas a hematoma y otros dos a dehiscencia de herida por retiro temprano de suturas.

RESULTADOS

En general, todas las técnicas quirúrgicas reportan resultados exitosos en 80-90% de los casos (Szabo 1999). En un meta-análisis de 30 estudios clínicos, se concluyó que la tasa de recurrencia es más alta en pacientes no operados, los pacientes con compresión moderada tuvieron mayor mejoría con transposición sub-muscular y en casos severos todos los tratamientos tienen pobres resultados.¹⁷ Bartels revisó 27 años de estudios clínicos comparando las diferentes técnicas de tratamiento de Túnel Cubital y concluyó que independientemente del estado preoperatorio los mejores resultados se obtuvieron con la liberación *in situ*. Cuando se relacionó el estado preoperatorio con los resultados, no hubo diferencia significativa entre las técnicas para McGowan 2, los pacientes con McGowan 3 tuvieron mejores resultados con transposición intramuscular, seguidos de descompresión *in situ* y de transposición submuscular.¹⁸ Los mismos autores recomiendan descompresión *in situ* para casos ligeros y moderados, a menos de que haya subluxación o compresión severa en cuyo caso prefieren transposición subcutánea.

BIBLIOGRAFÍA

1. Apfelberg DB, Larson SJ. Dynamic anatomy of the ulnar nerve at the elbow. *Plast Reconstr Surg* 1973; 51: 79-81.

2. Peechan J, Julius I. The pressure measurement in the ulnar nerve. A contribution to the pathophysiology of the cubital tunnel syndrome. *J Biomech* 1975; 8: 75-79.
3. Gelberman RH, Yamaguchi K, Hollstien SB, et al. Changes in interstitial pressure and cross-sectional area of the cubital tunnel and of the ulnar nerve with flexion of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1998; 80: 492-501.
4. Novak CB, Lee GW, Mackinnon SE, et al. Provocative testing for cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg Am* 1994; 19: 817-820.
5. McGowan AJ. The results of transposition of the ulnar nerve for traumatic ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg Br* 1994; 32: 293-301.
6. Lowe JB, Novak CB, Mackinnon SE. Current approach to cubital tunnel syndrome. *Neurosurg Clin N Am* 2001; 12: 267-284.
7. Upton AR, McComas AJ. The double crush in nerve entrapment syndromes. *Lancet* 1973; 18; 2(7825): 359-362.
8. Lister G. *The hand, diagnosis and indications*. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 1993.
9. King T, Morgan FP. Late results of removing the medial humeral epicondyle for traumatic ulnar neuritis. *J Bone Joint Surg Br* 1959; 41: 51-55.
10. O'Driscoll SW, Jaloszynski R, Morrey BF, et al. Origin of the medial ulnar collateral ligament. *J Hand Surg Am* 1992; 17: 164-168.
11. Black BT, Barron OA, Townsend PF, Glickel SZ, Eaton RG. Stabilized subcutaneous ulnar nerve transposition with immediate range of motion. Long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82-A(11): 1544-1151.
12. Kleinman WB, Bishop AT. Anterior intramuscular transposition of the ulnar nerve. *J Hand Surg Am* 1989; 14: 972-979.
13. Learmonth JR. A technique for transplanting the ulnar nerve. *Surg Gynecol Obstet* 1942; 75: 792-793.
14. Posner MA. Submuscular transposition for the ulnar nerve at the elbow. *Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst* 1984; 44(2): 406-423.
15. Tsai TM, Bonczar M, Tusuruta T, Syed SA. A new operative technique: cubital tunnel decompression with endoscopic assistance. *Hand Clin* 1995; 11(1): 71-80.
16. Jiang S, Xu W, Shen Y, Xu JG, Gu YD. Endoscopy-assisted cubital tunnel release under carbon dioxide insufflation and anterior transposition. *Ann Plast Surg* 2012; 68(1): 62-66. (Epub ahead of print).
17. Mowlavi A, Andrews K, Lille S, et al. The management of cubital tunnel syndrome: a meta-analysis of clinical studies. *Plast Reconstr Surg* 2000; 106: 327-334.
18. Bartels RHMA, Menovsky T, Van Overbeeke JJ, et al. Surgical management of ulnar nerve compression at the elbow: an analysis of the literature. *J Neurosurg* 1998; 89: 722-727.