

# Reconstrucción de lesiones altas del plexo braquial en adultos

Dr. Enrique Vergara Amador\*

\* Profesor asociado, Unidad de Ortopedia, Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia:  
Cra. 23 No. 45C-31 Cons. 514, Bogotá, Colombia.  
Tel. (571) 2870630  
enriquevergaraa@yahoo.com, emvergaraa@unal.edu.co

Fecha de recepción: noviembre 20 de 2009

Fecha de aprobación: febrero 18 de 2010

## Resumen

**Introducción:** las lesiones traumáticas del plexo braquial que comprometen el tronco primario superior o las raíces superiores llevan a una pérdida funcional importante. La abducción del hombro se puede recuperar parcialmente con la neurotización del nervio espinal accesorio. La flexión del codo se logra con la transferencia del fascículos nerviosos del nervio cubital al nervio del bíceps.

**Materiales y métodos:** se trata de un estudio descriptivo tipo serie de casos de los pacientes con diagnóstico de lesión en las raíces superiores del plexo braquial o del tronco primario superior atendidos por el autor en diferentes instituciones entre los años 2003-2008.

**Resultados:** se seleccionaron 19 pacientes con una edad promedio de 29 años. El seguimiento mínimo fue de 15 meses. Cinco pacientes presentaron avulsión de una o dos raíces del plexo (C5-C6), los otros 14 tuvieron ruptura o tracción del tronco primario superior. A 10 pacientes se les practicó neurotización del bíceps con fascículos del nervio cubital, encontrando contracción del bíceps a los 3-4 meses, con flexión del codo de 116° en promedio. Se realizó neurotización del supraescapular con el nervio espinal accesorio a 11 pacientes logrando una abducción del hombro de 26° en promedio. Solo se obtuvo rotación externa en 3 pacientes.

**Discusión:** la aparición de contracción del bíceps fue temprana con la técnica de neurotización del bíceps. Se observó una pobre recuperación de la abducción con la neurotización del supraescapular, pero fue suficiente para dar estabilidad glenohumeral y para optimizar la flexión del codo.

**Palabras clave:** neuropatías del plexo braquial, nervio musculocutáneo, transferencia de nervios, nervio accesorio.

[*Rev Col Or Tra* 2010; 24(1): 19-25]

## Abstract

**Introduction:** The brachial plexus lesion that involves the primary superior trunk or the superior roots produces an important functional loss. The shoulder abduction can recover partially with the neurotization of the spinal accessory nerve. The flexion of the elbow is achieved with the transfer of nervous fascicles from the ulnar nerve to the biceps nerve.

**Methods:** We performed a case series of patients with lesion of superior roots of the brachial plexus or the primary superior trunk operated by the author between 2003 and 2008.

**Results:** 19 patients were selected with an average age 29 year-old. The follow up was at least 15 months. Five patients presented avulsion of one or two roots of the plexus (C5-C6), 14 had rupture or traction of the superior primary trunk. Ten patients received neurotization of the biceps with fascicles of the ulnar nerve. We found biceps contraction to the 3-4 months, with an average flexion of the elbow of 116°. We did neurotization of the suprascapular nerve with the spinal accessory nerve in 11 patients achieving an average shoulder abduction of 26°. External rotation was obtained in 3 patients.

**Discussion:** The appearance of contraction of the biceps was early with the technique of neurotization of the biceps. A poor recovery of abduction was observed with the neurotization of the supraescapular nerve, but it was enough to give glenohumeral stability and to optimize the flexion of the elbow.

**Key words:** Braquial plexus neuropathies, musculocutaneous nerve, nerve transfer, accessory nerve.

[*Rev Col Or Tra* 2010; 24(1): 19-25]

## Introducción

Las lesiones traumáticas del plexo braquial que solamente comprometen el tronco primario superior o las raíces C5 y C6 llevan a una pérdida funcional importante en los movimientos de flexión del codo y abducción y rotación externa del hombro. Se puede encontrar ruptura extradural con conservación del muñón nervioso proximal y raramente se encuentra avulsión de las raíces. La estrategia de tratamiento cambia de acuerdo a este último hallazgo.

Está establecido que la abducción del hombro se puede recuperar parcialmente con la neurotización del nervio espinal accesorio. Esta técnica logra aceptables resultados de abducción, con un máximo de 45° (1, 2, 3). Respecto a la rotación externa del hombro, la recuperación es muy pobre. Este hecho ha sido varias veces reportado; Narakas hizo la observación de que la recuperación del nervio supraescapular se dirigía casi exclusivamente al músculo supraespinoso que se encuentra en primer lugar en el trayecto de este nervio, mientras que al infraespinoso no le llegaban fibras nerviosas para su reinervación (4, 5). Este hecho ha impulsado a algunos autores a realizar otros tipos de transferencias nerviosas con el ánimo de mejorar la rotación externa.

La flexión del codo se logra con la técnica descrita por Oberlin de transferencia de fascículos nerviosos del nervio cubital al nervio del bíceps (6).

En el caso de encontrarse un muñón nervioso proximal, éste se aprovecha para injertarse al resto del tronco posterior y también al resto del nervio musculocutáneo.

En este estudio se pretende mostrar la experiencia en el tratamiento de las lesiones altas del plexo braquial (C5-C6) con las siguientes técnicas: neurotización o transferencia nerviosa de fascículos del nervio cubital, transferencia nerviosa del nervio espinal accesorio al nervio supraescapular y reconstrucción directa con injerto nervioso hacia el nervio musculocutáneo y el tronco posterior.

## Materiales y métodos

Se diseñó un estudio descriptivo tipo serie de casos de los pacientes con diagnóstico de lesión en las raíces superiores del plexo braquial o del tronco primario superior atendidos por el autor en diferentes instituciones entre los años 2003-2008.

El diagnóstico fue clínico y a todos los pacientes se les realizó electromiografía más neuroconducción. Se incluyeron los pacientes con parálisis total del bíceps, braquial anterior, deltoides, supraespinoso e infraespinoso, clasificada como M0

según la escala del *Medical Research Council*, en la cual M0 es parálisis total y M5 es arco de movimiento completo contra la gravedad y contra resistencia.

La flexión del codo y la abducción y rotación externa del hombro fueron medidas con la ayuda de un goniómetro.

Todos los pacientes usaron un cabestrillo durante tres semanas después de la cirugía. Posteriormente, se inició un plan formal de rehabilitación.

Los datos se almacenaron y analizaron con estadística descriptiva en programa Excel 2007.

### Consideraciones éticas

De acuerdo con la Declaración de Helsinki de 1975 revisada en 1983 y las Normas Científicas, Técnicas y Administrativas para la Investigación en Salud, Resolución No. 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, las implicaciones éticas del presente estudio fueron mínimas, pues se trata de un estudio sin riesgos que utilizó la información presente en las historias clínicas, sin ninguna intervención en los pacientes. La información obtenida se mantuvo en absoluta confidencialidad y fue de uso exclusivo de los investigadores. Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado para la cirugía y autorizaron la reproducción de imágenes clínicas y radiológicas conservando su anonimato.

### Técnica quirúrgica

#### Exploración del plexo supraclavicular

El abordaje se puede realizar de la manera clásica con una incisión en Z incompleta que va por el borde posterior del esternocleidomastoideo hasta la clavícula, dirigiendo luego la incisión por el borde superior de la misma hacia afuera. Este abordaje es amplio y se llega al plexo sin dificultad. Cuando se visualiza el mismo o el tejido neural o neuromas, se busca la porción más proximal de la raíz nerviosa. Si se identifica, se secciona el nervio y se observa microscópicamente si hay fascículos nerviosos aptos para suturar o no. Si existen, se realizan las conexiones del injerto nervioso, teniendo en cuenta que las fibras anteriores se conecten con el tronco superior y que las fibras posteriores se conectan con el tronco posterior.

El abordaje también puede ser hecho de una forma transversa centrada sobre la parte media del tronco superior, que inicia posteriormente en el borde del trapecio y se dirige hacia adelante, con unas ventajas estéticas importantes. Con este abordaje, se realiza la exploración del plexo y se puede hacer además la transferencia nerviosa del nervio espinal accesorio hacia el nervio supraescapular (figura 1).



Figura 1. Abordaje transverso reducido para las lesiones altas del plexo braquial con neurotización del nervio espinal accesorio al nervio supraescapular.

### Neurotización del nervio espinal accesorio al nervio supraescapular

Se hace por el abordaje trasverso descrito anteriormente. No es fácil identificar el nervio por delante del músculo trapecio, pero debe buscarse con disección roma en el espacio grasoso y fascial que se encuentra por delante del mismo. Se puede seguir la arteria cervical transversa como guía, ya que llega a unirse al nervio. Cabe anotar que se debe tomar la parte más inferior del nervio espinal accesorio, es decir, después de haber dado la inervación de las fibras superiores del trapecio. Este nervio tiene un grosor similar al del nervio supraescapular y se hace una sutura termino-terminal con magnificación utilizando una sutura 9-0 de monofilamento no reabsorbible (figura 2). Se debe hacer una sutura que permita abducir el hombro a 90° y rotar externamente a 90° sin ocasionar tensión en la misma.

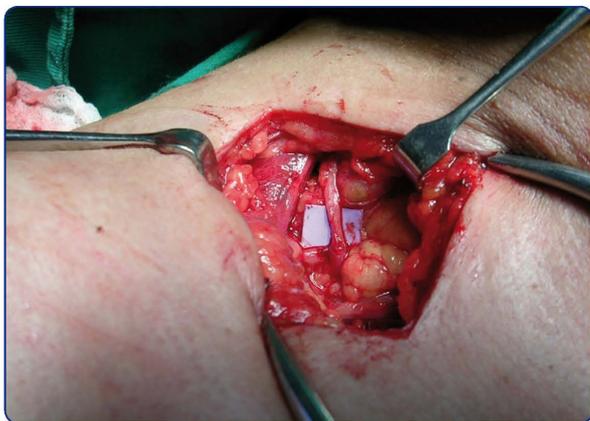


Figura 2. Neurotización del nervio espinal accesorio al nervio supraescapular por un abordaje transverso.

### Neurotización de fascículos del nervio cubital al nervio del bíceps

Esta técnica, descrita por Oberlin, se hace con una incisión en la cara medial de la parte proximal del brazo, iniciando aproximadamente a 3-4 cm del borde inferior del pectoral mayor y centrando la incisión sobre los vasos humerales. Ya en el espacio fascial, se hace una incisión por delante, entre el bíceps y el coracobraquial, y se identifica el nervio musculocutáneo, siguiendo su trayecto hasta encontrar el nervio que entra al músculo bíceps. Casi siempre se encuentra un solo nervio, ocasionalmente se encuentran una o dos ramas adicionales entrando al bíceps. Se escoge la rama principal o la de mayor grosor para realizar el procedimiento. En algunos casos, se han escogido las dos ramas principales encontradas (figura 3).

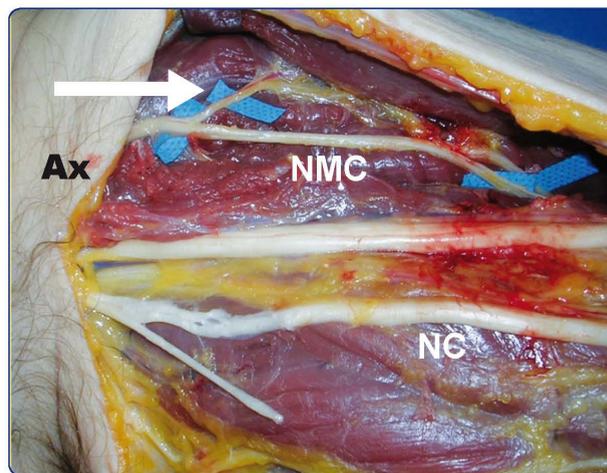


Figura 3. Muestra anatómica (brazo izquierdo) que muestra la disección intraneural del nervio cubital (NC), aislando un fascículo que se va a transferir hacia el nervio del bíceps (flecha blanca). NMC: nervio musculocutáneo; Ax: axila.

Luego, se reconoce el nervio cubital en la parte posterior de los vasos, se abre el epineuro y se identifican los fascículos del nervio, que en general son entre 3 y 4 (figura 4). Con la ayuda de un estimulador de nervio, se identifican uno o dos fascículos que no inervan los músculos intrínsecos y se transfieren hacia el nervio del bíceps. Esta sutura se realiza directamente con monofilamento 9-0.

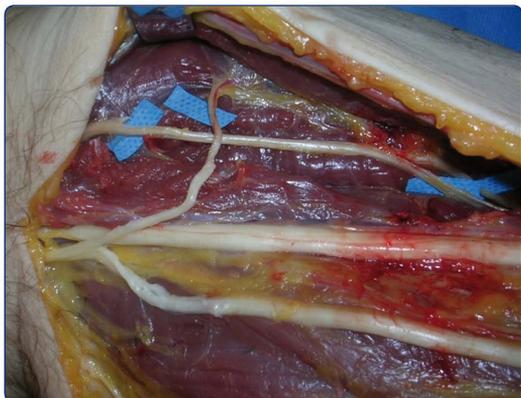


Figura 4. Se completa la neurotización de un fascículo del nervio cubital hacia el nervio del bíceps.

### Neurotización del nervio axilar con ramas del tríceps

Por un abordaje axilar, se identifica el nervio radial y las ramas dirigidas al tríceps, especialmente la rama de su porción larga. Luego, se ubica el nervio axilar en la entrada al espacio cuadrangular, antes de ascender hacia el deltoides y el romboides menor (figura 5). Se identifica especialmente la rama que va para el romboides, se disecciona y se secciona realizando una sutura con monofilamento 9-0 entre el nervio del romboides y el de la porción larga del tríceps.

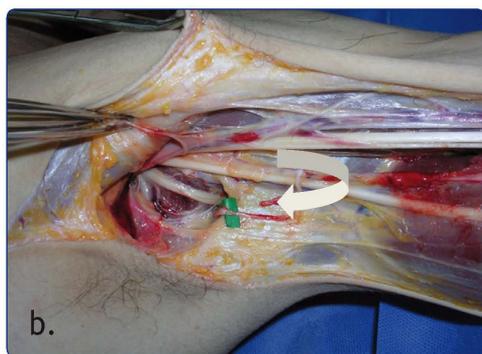
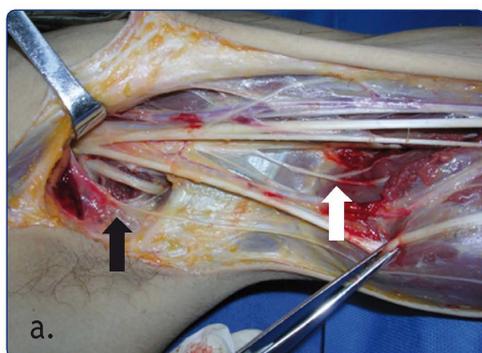


Figura 5. Abordaje axilar en muestra anatómica (lado izquierdo). a) Se identifica el nervio axilar (flecha negra) y los nervios para el tríceps (flecha blanca). b) Neurotización de un nervio del tríceps hacia el nervio axilar (flecha curva).

## Resultados

Se seleccionaron 19 hombres con lesión de las raíces superiores del plexo braquial o del tronco superior, con una edad promedio de 29 años (rango entre 21 y 47 años).

El seguimiento mínimo fue de 15 meses. Todas las lesiones fueron secundarias a accidentes de moto, ya sea como conductor o como pasajero. Los pacientes fueron intervenidos entre los 4 y 12 meses siguientes a la lesión con un promedio de 6,6 meses.

En tres casos se hizo resonancia con medio de contraste. Antes de la cirugía, un paciente había recuperado parcialmente la función del supraespinoso, con una abducción de 20°. Todos, excepto uno, tenían M5 en el trapecio.

De los 19 pacientes, 5 presentaron avulsión de una o dos raíces del plexo (C5-C6); los 14 pacientes restantes tuvieron ruptura o tracción del tronco primario superior.

A 10 pacientes se les practicó neurotización del bíceps con fascículos del nervio cubital (técnica de Oberlin). En todos ellos, la contracción del bíceps inició entre los 3 y 4 meses posoperatorios. En la evaluación final, se encontró en promedio de 116° de flexión del codo, con un rango entre 100 y 135°, y una fuerza M4 según la escala del *Medical Research Council* (figuras 6 y 7).



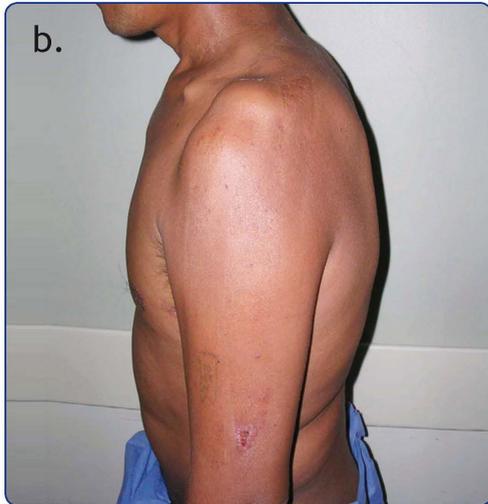


Figura 6 a, b. Hombre de 39 años con lesión del tronco primario superior del lado izquierdo. Se observa atrofia marcada del hombro con subluxación inferior glenohumeral.

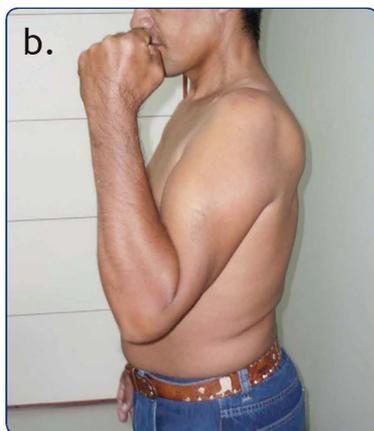


Figura 7 a, b. Resultado posoperatorio a los 15 meses de neurotización del nervio del bíceps con fascículos del cubital y del nervio supraescapular con el nervio espinal accesorio. Se observa flexión del codo de 135° y abducción y rotación externa del hombro de 30°.

En 11 pacientes se realizó neurotización del nervio supraescapular con el nervio espinal accesorio. La abducción del hombro lograda fue en promedio de 26° (rango entre 10 y 45°). Solo en tres pacientes se obtuvo rotación externa (10, 30 y 60° respectivamente), en el resto de los pacientes no se obtuvo respuesta.

En dos pacientes se realizó injerto nervioso desde el nervio espinal accesorio hacia el nervio del bíceps en el brazo, obteniéndose contracción del bíceps alrededor de los 10 meses de la cirugía, con un resultado final de M4 y M3+ y una flexión de 120 y 80° respectivamente.

En otros dos pacientes, se reconstruyeron el supraescapular y el nervio del bíceps con injertos nerviosos tomados del sural, conectados a un muñón nervioso proximal de C5, obteniéndose al final del seguimiento una flexión del codo de 90 y 100° y una abducción del hombro de 20 y 30°. No se logró rotación externa.

En tres pacientes se practicó neurlisis del tronco primario superior a los 6 meses de la lesión, técnica que se decidió intraoperatoriamente de acuerdo a los hallazgos del plexo. La flexión de codo obtenida fue de 100, 110 y 135° al final del seguimiento, mientras que la abducción del hombro fue de 20, 45 y 80° respectivamente.

En general, los pacientes estuvieron satisfechos con el resultado obtenido respecto al codo. En cuanto al hombro, fue más notoria para ellos la falta de rotación externa (figuras 8 y 9).



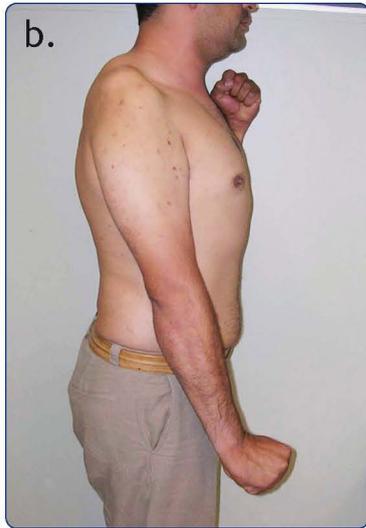


Figura 8 a, b. Hombre de 39 años con lesión del tronco primario superior derecho. Se encuentra parálisis para la flexión del codo y para la abducción y rotación externa del hombro.



Figura 9. Resultado posoperatorio a los 16 meses. Se observa flexión del codo de 110° y abducción del hombro de 20° sin recuperación de la rotación externa.

## Discusión

La flexión de codo obtenida en estos pacientes fue adecuada. Se observó que la aparición de contracción del bíceps fue temprana, entre 3 y 4 meses, con la técnica de neurotización del nervio del bíceps con fascículos del nervio cubital. Esta técnica se ha estandarizado en las lesiones altas del plexo por su rápida y buena recuperación (6, 7, 8, 9). Esta serie corrobora las bondades de este procedimiento, además de permitir una reparación simultánea del tronco primario superior, método que recupera más lentamente la flexión del codo y que a veces presenta resultados más pobres de lo esperado.

Para que sea funcional, la flexión adecuada del codo exige unos requerimientos mínimos de abducción o rotación externa del hombro. Se requiere una abducción de 30° sin rotación externa para optimizar la flexión del codo; cuando no hay abducción, es deseable la rotación externa. La meta es obtener un mínimo de 45° de abducción y una rotación externa de 30°, que sumado a una flexión mínima de 90° en el codo, permiten una funcionalidad adecuada. Se mejora aún más el poder de flexión combinando una transferencia adicional de fascículos del mediano al nervio del músculo braquial anterior (10, 11).

Se observó en esta serie una pobre recuperación de la abducción con la neurotización única del nervio supraescapular con la rama inferior del nervio espinal accesorio ( $26 \pm 8$ ). El nervio espinal accesorio es un nervio puramente motor que da innervación al trapecio, músculo que tiene unas características funcionales parecidas al músculo supraespinoso. El nervio tiene similar grosor al nervio supraescapular y, además, la reparación directa es lograda en la mayoría de los casos, sin interposición de injerto de nervio.

Diferentes reportes muestran que grados de abducción entre 20 y 50° se logran con la neurotización directa del nervio espinal accesorio (1, 2, 3, 12, 13, 14). La neurotización del mismo a través de injerto nervioso ya ha sido abandonada por la gran mayoría de autores debido a los malos resultados (12, 14, 15). La reactivación del nervio supraescapular es posible también a través de injerto nervioso conectando una raíz proximal de C5 de buena calidad, es decir una reconstrucción intrapleural. Alnot (13, 15) no logró mejores resultados con la reconstrucción intrapleural respecto a la neurotización con el nervio espinal accesorio. Terzis (14) reporta similares resultados entre la neurotización directa con el supraescapular ( $57,7 \pm 21,1$ ) o con una reconstrucción intrapleural con injerto nervioso ( $57,6 \pm 31,8$ ). El punto más importante en este caso es asegurarse de que la raíz proximal donadora de C5 o C6 sea de buena calidad. Ahora bien, estos resultados sí fueron mejores que otras reconstrucciones extrapleurales diferentes al nervio espinal accesorio ( $45 \pm 27$ ).

Ciertamente, esta transferencia permite un mejor control de la articulación glenohumeral, controlando la subluxación de la cabeza del húmero y permitiendo una abducción mínima que permite optimizar la flexión del codo. Es considerable dar un aporte nervioso adicional para mejorar la abducción del hombro y esta se puede lograr con una transferencia nerviosa adicional hacia el nervio axilar con ramas provenientes del nervio radial hacia el tríceps (7, 8, 16, 17), con injertos nerviosos dirigidos a la parte lateral del tronco posterior cuando se encuentran raíces proximales disponibles, o en lesiones totales con nervios intercostales (18).

Chuang y cols. (19) reportaron mejoría de la abducción del hombro combinando la reconstrucción del nervio supraescapular con la del nervio axilar, comparado con los 45° que lograron con la reconstrucción única del supraescapular (2).

Bertelli y Ghizoni (8) combinaron neurotización del nervio supraescapular con el nervio espinal accesorio y la del nervio axilar con ramo nervioso del tríceps, usando un abordaje posterior. Lograron en promedio 92° (rango 65-120) de abducción y 93° (rango 80-120) de rotación externa del hombro, lo cual es un excelente resultado.

Aunque la falta de recuperación de la rotación externa del hombro es una constante, se le ha prestado poca atención. Si reconocemos que muchas de las actividades de la mano están por debajo del plano del hombro, y que para ello se requieren los movimientos de rotación interna y externa del mismo (20), la reconstrucción de la rotación externa debe ser considerada. Para ello, se busca una reactivación selectiva de la rama final del nervio supraescapular, es decir, la que va hacia el músculo infraespinoso, o del músculo redondo menor (8). La reactivación del nervio del redondo menor se puede hacer por el nervio de la porción larga del tríceps a través de un abordaje posterior o por un abordaje axilar. Nosotros hemos adoptado esta técnica en los últimos 18 meses.

## Conclusiones

Definitivamente, el panorama en las lesiones altas del plexo braquial ha cambiado en los últimos 15 a 20 años. Hoy, la estrategia de reconstrucción es más variada y con resultados bastante favorables.

El nervio supraescapular tiene una alta prioridad en la reconstrucción del plexo braquial ya que llega a dar estabilidad a la articulación glenohumeral y mejora algo el arco de abducción. Para lograr mejores resultados en la abducción y rotación externa, es recomendable combinar el nervio supraescapular con la reactivación adicional del nervio axilar a través de un ramo nervioso del tríceps o de los nervios intercostales.

La flexión del codo se logra con la neurotización del nervio del bíceps con fascículos del nervio cubital.

## Referencias bibliográficas

1. Narakas AO, Hentz VR. Neurotization in brachial plexus injuries. Indications and results. *Clin Orthop* 1988; 237: 43-56.
2. Chuang DC. Neurotization procedures for brachial plexus injuries. *Hand Clin* 1995; 11: 633-45.
3. Alnot J Y. Traumatic brachial plexus lesions in the adult: indications and results. *Microsurgery* 1995; 16: 22.
4. Narakas AO. Brachial plexus lesions. En: Leung PC, Gu YD, Ikuta Y, Narakas A, Landi A, Weiland AJ. *Microsurgery in orthopaedic practice*. Singapore: World Scientific; 1995. p. 188-254.
5. Narakas AO. Les atteintes paralytiques de la ceinture scapulo-humérale et de la racine du membre. En: Tubiana R, editor. *Traité de chirurgie de la main*. Paris: Masson; 1991. p. 113-54.
6. Oberlin C, Beal D, Leechavengvongs S, Salon A, Dauge MC, Sarcy JJ. Nerve transfer to biceps muscle using part of ulnar nerve for C5-C6 avulsion of the brachial plexus: anatomical study and report of four cases. *J Hand Surg* 1994; 19A: 232-7.
7. Bertelli JA, Ghizoni MF. Radicular injury to the brachial plexus: new reconstruction techniques by intradural and extradural approaches. *Rev Bras Ortop* 2005; 40(7): 365-78.
8. Bertelli JA, Ghizoni MF. Reconstruction of C5 and C6 brachial plexus avulsion injury by multiple nerve transfers: spinal accessory to suprascapular, ulnar fascicles to biceps branch, and triceps long or lateral head branch to axillary nerve. *J Hand Surg* 2004; 29A: 131-9.
9. Teboul F, Kakkar R, Ameer N, Beaulieu JY, Oberlin C. Transfer of fascicles from the ulnar nerve to the nerve to the biceps in the treatment of upper brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86: 1485.
10. Liverneaux PA, Diaz LC, Beaulieu JY, Durand S, Oberlin C. Preliminary results of double nerve transfer to restore elbow flexion in upper type brachial plexus palsies. *Plast Reconstr Surg* 2006; 117: 915-9.
11. Mackinnon SE, Novak CB, Myckatyn TM, Tung TH. Results of reinnervation of the biceps and brachialis muscles with a double fascicular transfer for elbow flexion. *J Hand Surg* 2005; 30A: 978-85.
12. Allieu Y, Cenac P. Neurotization via the spinal accessory nerve in complete paralysis due to multiple avulsion injuries of the brachial plexus. *Clin Orthop* 1988; 237: 67.
13. Alnot JY, Rostoucher, P, Oberlin C, Touam C. C5-C6 and C5-C6-C7 traumatic paralysis of the brachial plexus of the adult caused by supraclavicular lesions. *Rev Chir Ortho Reparatrice Appa Mot* 1998; 84: 113.
14. Terzis JK, Kostas I. Suprascapular nerve reconstruction in 118 cases of adult posttraumatic brachial plexus. *Plast Reconstr Surg* 2006; 117: 613.
15. Alnot JY. Supraclavicular plexus injuries. En: Gilbert A, editor. *Brachial plexus injuries*. London: Martin Dunitz; 2001. p. 57-65.
16. Lurje AC. Concerning surgical treatment of traumatic injury of the upper division of the brachial plexus (Erb's-type). *Ann Surg* 1948; 127: 317-26.
17. Nath RK, Mackinnon SE. Nerve transfer in the upper extremity. *Hand Clin* 2000; 16: 131-9.
18. Nagano A. Treatment of brachial plexus injury. *J Orthop Sci* 1998; 3: 71.
19. Chuang DC, Lee GW, Hashem F, Wei FC. Restoration of shoulder abduction by nerve transfer in avulsed brachial plexus injury: evaluation of 99 patients with various nerve transfers. *Plast Reconstr Surg* 1995; 96: 122.
20. Neer CS. *Shoulder reconstruction*. Philadelphia: WB Saunders Co; 1990. p. 1-39.