

Trauma del plexo braquial: Conceptos actuales en el diagnóstico y tratamiento quirúrgico

Brachial plexus injury. Current concepts in diagnosis and surgical treatment

Enrique Vergara Amador

RESUMEN

Las lesiones del plexo braquial ocasionan cambios dramáticos en el entorno social y laboral. Se encuentran asociadas frecuentemente a accidentes en moto. Con el tratamiento quirúrgico, realizado por un cirujano entrenado y en el momento adecuado, se puede mejorar el pronóstico de estas lesiones. Hay técnicas que permiten reconstruir dentro del mismo plexo mediante injerto nervioso o transferencias de nervios, y otras técnicas extraplexo como transferencias nerviosas distales o neurotizaciones. Es importante tener claro el momento de la cirugía, que no sobrepase de los seis meses de la lesión para lograr buenos resultados. En pacientes jóvenes se puede hacer reconstrucciones aun hasta los 9 a 12 meses después del trauma.

Las series de pacientes muestran que con todas estas técnicas y en el tiempo adecuado se pueden lograr buenos resultados.

Palabras clave: plexo braquial; transferencia de nervio; nervio cubital.

ABSTRACT

The brachial plexus injuries cause dramatic changes in the social and work environment. They are often associated with motorcycle accidents. With surgical treatment, performed by a surgeon in brachial plexus at the right time, you can improve the prognosis of these lesions. There are techniques to reconstruct the plexus by nerve grafting or nerve transfers, and other techniques extraplexo by nerve transfers or neurotizations. It is important to be clear about the time of surgery, not exceeding 6 months from the lesion to achieve good results. In young patients reconstructions can be done even until 9-12 months after trauma.

The series of patients show that all these techniques at the right time good results can be achieved.

Key words: brachial plexus; nerve transfer; ulnar nerve.

Recibido:
16 de octubre de 2013

Aceptado:
6 de noviembre de 2013

Autor:
Enrique Vergara Amador
Profesor de Ortopedia
y Traumatología.
Cirugía de mano y microcirugía.
Universidad Nacional de
Colombia. Bogotá, Colombia

Correspondencia:
enriquevergaramd@gmail.com,
emvergaraa@unal.edu.co

Conflictos de interés:
El autor declara no tener ningún
conflicto de intereses.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del plexo braquial ocasionan consecuencias socioeconómicas graves. Causan una pérdida significativa de la función y la capacidad de realizar tareas de la vida diaria y de su vida laboral, con cambios dramáticos en la vida, no solo para el paciente sino también para su familia.

La mayoría de los pacientes son hombres jóvenes, muy activos laboralmente, víctimas de accidentes de motocicleta. En Colombia no hay estadísticas oficiales de frecuencia de lesiones de plexo, pero de acuer-

do con nuestra propia experiencia más del 90% está asociado a accidentes en moto, y muchas veces en relación con la ingesta de alcohol.

Con el desarrollo de la microcirugía y la experiencia de los últimos 20 años, hay técnicas de cirugía disponibles para conseguir un resultado bueno que permita al paciente integrarse social y laboralmente.

ETIOLOGÍA, ANATOMÍA Y FISIOPATOLOGÍA

La principal causa de trauma de plexo braquial son los accidentes vehiculares, típicamente el de dos

ruedas. Este representa el 90% de los casos. Otras causas son las heridas por arma corto-punzante, por arma de fuego, caídas de diversas alturas con estiramiento de cuello y algunas veces iatrogénicas^{1,2}.

Las raíces que conforman el plexo braquial son la C5, C6, C7, C8 y T1 (Figura 1).

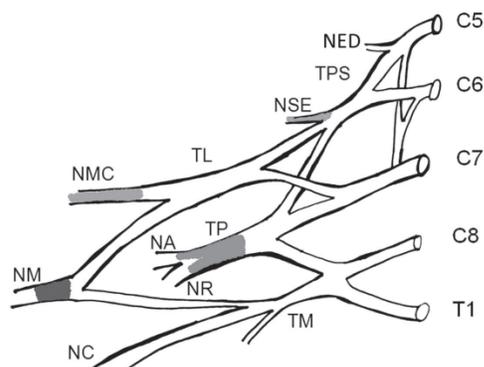


Figura 1. Esquema de la anatomía del plexo braquial. TPS: tronco primario superior, TL: cordón o fascículo lateral, TP: cordón o fascículo posterior, TM: cordón o fascículo medial, NED: nervio escapular dorsal, NSE: nervio supraescapular, NMC: nervio musculocutáneo, NA: nervio axilar, NR: nervio radial, NM: nervio mediano, NC: nervio cubital.

Las raíces C5 y C6 se unen para formar el tronco superior o primario superior. La raíz C7 continúa como el tronco medio y las raíces C8 y T1 se unen y forman el tronco inferior. Estos troncos se dividen en *divisiones anteriores* y *posteriores* detrás de la clavícula. Las divisiones anteriores de los troncos superior y medial se unen y forman el cordón o fascículo lateral. La división anterior del tronco inferior se continúa como el cordón o fascículo medial, y las tres divisiones posteriores se unen y forman el cordón o fascículo posterior.

Del tronco superior va a originarse el nervio supraescapular, para los músculos supraespinoso e infraespinoso que son abductor del hombro y rotador externo respectivamente. El cordón o fascículo lateral se divide en el nervio musculocutáneo que va a inervar el músculo bíceps y el braquial anterior, responsables de la flexión del codo, y en la rama lateral del nervio mediano.

Del cordón o fascículo posterior se origina el nervio axilar y el nervio radial, que son los que producen la extensión del codo (por el tríceps), y la extensión de la muñeca y los dedos.

El cordón o fascículo medial se divide finalmente en el nervio cubital y la parte medial del nervio mediano, que son los nervios principales para la flexión

de la muñeca, de los dedos y de la musculatura intrínseca de la mano^{1,2}.

La fisiopatología se centra principalmente en la tracción sobre el plexo causada por un ángulo anormal del hombro con el cuello, cuando la persona es lanzada desde el vehículo con el impacto. Si el hombro está en aducción, se afecta más el plexo superior, las raíces C5-C6+/-C7. En lesiones de mayor magnitud, todas las raíces pueden dañarse, llegando a una parálisis completa con miembro superior flácido^{1,2,3}.

Topográficamente se puede clasificar como lesiones supraclaviculares, retroclaviculares e infraclaviculares, pero lo más importante es definir si la lesión está muy proximal, afectando a las raíces o afectando a los troncos ya formados. Si la lesión es de raíces, se debe establecer si es por fuera o por dentro del canal (pre o posganglionar). Hay que aclarar que algunas lesiones posganglionares pueden ser intradurales y ser en este caso no reparables.

Este concepto hay que tenerlo muy claro. Las lesiones preganglionares están localizadas entre el ganglio de la raíz dorsal del nervio y la medula espinal, y son todas intradurales.

Estas lesiones preganglionares determinan una lesión motora por daño de las raicillas que vienen de las células del asta anterior, pero la sensibilidad se conserva, ya que el ganglio dorsal queda en continuidad con el extremo distal de la raíz, y es aquí, en el ganglio, donde se encuentra el cuerpo celular de la neurona sensorial (figura 2). Las lesiones posganglionares son las localizadas en el nervio espinal mixto, emergiendo de los agujeros de la columna cervical (figura 2).

Lesiones preganglionares indican una pérdida permanente de la raíz y no son susceptibles de reparación. Lesiones posganglionares son susceptibles de repararse, ya que esta será llevada a cabo distal al cuerpo celular que puede regenerarse^{1,4}.

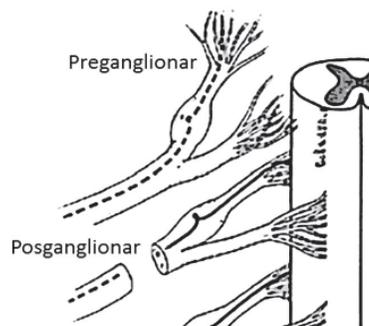


Figura 2. Arrancamiento de la raíz o avulsión, corresponde a una lesión preganglionar. Abajo se observa una ruptura distal al ganglio, siendo una lesión posganglionar.

Una tracción del plexo produce un espectro de lesiones. La clasificación de Sunderland es útil para comprender la naturaleza de la lesión⁵. En términos prácticos a tener en cuenta para la cirugía se puede decir:

- Neuropraxia, que puede ser reversible rápidamente en semanas, y rara vez llega a las manos del cirujano.
- Nervios externamente intactos (Sunderland tipo I, II). Pueden ser útiles en este caso las transferencias nerviosas distales, en caso que la mejoría no se vaya dando.
- Neuroma en continuidad. Donde ha habido rotura de los nervios y formación de neuroma. (Sunderland tipo III y IV). Requiere reparación quirúrgica después de la extirpación del neuroma. Rara vez hay conducción por el neuroma, y si es el caso, podría ser suficiente una neurolisis.
- Ruptura posganglionar (neurotomesis, Sunderland V). Son susceptibles de reparación con injerto de nervio.
- Avulsión. Es una lesión preganglionar, habitualmente la raíz tiene que ser abandonada como fuente de regeneración de axones.

EVALUACIÓN PREOPERATORIA

El examen físico permite una precisión diagnóstica en el 90% de los casos. Todos los músculos de la extremidad afectada deben ser evaluados. La escala del *Medical Research Council* es una buena guía, en la cual M0 es parálisis total y M5 es arco de movimiento completo contra la gravedad y contra resistencia.^{6,7}

Las lesiones que comprometan las raíces C5 y C6 producen una parálisis de la abducción y rotación externa del hombro, y de la flexión del codo. La raíz C7 es interesante, es una raíz que no es específica de un músculo o grupo muscular y de hecho puede ser usado del lado sano contralateral en una lesión completa, o aun ipsilateral en lesiones parciales, con casi ningún déficit muscular⁸⁻¹¹. Sin embargo cuando se encuentra C7 lesionado acompañando a una lesión de C5 y C6, se observa pérdida de la extensión el codo y de la muñeca y dedos (figuras 3 y 4).

Cuando todas las raíces están afectadas, se producirá una parálisis completa con un miembro flácido.

Muy pocas veces –menos del 5% de los casos en diversas series– hay una lesión de las raíces inferiores (C8-T1 ± C7), que compromete seriamente la función de la mano.

La presencia de un síndrome de Claude Bernard-Horner (miosis, párpados ptosis y enoftalmos) confirma avulsión de las raíces inferiores.

La presencia de dolor a la palpación, o signo de Tinel, en la fosa supraclavicular, se observa en las lesiones posganglionares, debido a la formación de neuromas en continuidad².

Una parálisis del diafragma (detectada por intensificador de imágenes o mediante radiografías) sugiere una avulsión de C5 y C4.

El músculo serrato anterior está inervado por torácico largo, formado por ramos que provienen de las raíces C5, C6, C7, en su salida del agujero de conjugación. Este músculo es el responsable de la antepulsión del hombro. Una escápula alada indica una lesión del nervio torácico largo.



Figura 3. Paciente con una lesión alta del plexo. Se observa la atrofia del deltoides con subluxación inferior de la glenohumeral.



Figura 4. Por la cara anterior se observa la atrofia de deltoides anterior y de pectoral. En la cara posterior hay atrofia del supra e infraespinoso, y la separación de la escápula de la línea media (por paresia de romboides) y cierta elevación de la misma.



Parestesias en el lado lateral del hombro y del brazo indican una lesión posganglionar de C5, y parestesias en la parte lateral del antebrazo lateral sugieren una lesión posganglionar de C6.

EXÁMENES COMPLEMENTARIOS

Algunos autores consideran que los estudios electrofisiológicos son de poca importancia. Otros autores opinan que son la prueba de más valor que aun las mismas imágenes, y especialmente en el seguimiento y evaluación de la recuperación^{1,2,12}.

Por supuesto, esto requiere que haya un excelente servicio de electrodiagnóstico. La mayoría de los estudios con los que llega el paciente están mal realizados o mal enfocados, así que para nuestro caso no es tan importante para el diagnóstico, pero sí para el seguimiento.

La lesión axonal produce daño distal en la fibra nerviosa con posterior degeneración walleriana, pero antes que esta degeneración se produzca, el extremo distal del nervio sigue transmitiendo potenciales de acción hasta 6 días después para las fibras nerviosas motoras y 10 días para las fibras nerviosas sensitivas. Es por esto que los exámenes realizados durante las primeras 2 semanas del trauma pueden llevar a confusión^{1,2,12}.

Cuando es un examen para diagnóstico, es de mucho valor para el cirujano tener información de la musculatura paravertebral y de los músculos romboides y elevador de la escápula; estos dos últimos músculos están inervados por el nervio escapular dorsal que nace de la raíz C5, muy proximal al agujero de conjugación. La musculatura paravertebral está inervada por ramas dorsales que nacen de las raíces del plexo, en el momento que salen del agujero intervertebral. La afectación de estos músculos indica que la ruptura es muy proximal, adyacente al agujero de conjugación, donde es casi imposible de hacer reparación directa de las raíces^{13,14}.

Los potenciales nerviosos sensitivos son de mucho valor para localizar si la lesión es pre o posganglionar. Estos potenciales están preservados en las lesiones proximales al ganglio (preganglionar) debido a la actividad eléctrica posganglionar que se genera por las neuronas del ganglio. Estos potenciales estarán ausentes en las lesiones posganglionares o en las lesiones combinadas².

Durante el seguimiento, un estudio electrodiagnóstico con un buen examen físico seriado permitirá determinar reinervación o persistente

denervación. La presencia de unidades motoras activas, la aparición de brotes de potenciales y una disminución en el número de potenciales de fibrilación indican una recuperación y un buen pronóstico².

La resonancia magnética es actualmente una herramienta no invasiva, valiosa para visualizar una avulsión radicular, pero no tan alta en su especificidad como la mielografía con TAC, método invasivo que da una tasa de efectividad alta para visualizar pseudomeningoceles, que indica una avulsión de raíz^{15,16}.

En general, entre todos los cirujanos de plexo braquial hay consenso en cuanto a que el diagnóstico clínico es suficiente para diseñar una estrategia de tratamiento quirúrgico².

CIRUGÍA EN LESIONES TRAUMÁTICAS DEL PLEXO BRAQUIAL

La cirugía de plexo braquial, especialmente en parálisis obstétricas, fue iniciada por Kennedy en 1903¹⁷ y luego por otros autores; sin embargo, por no haber tenido buenos resultados, fue abandonada. Seddon¹⁸ revivió el interés en este campo después de la Segunda Guerra Mundial. Ya con el advenimiento del microscopio, elementos y técnicas microquirúrgicos, autores como Millesi^{19,20}, Narakas^{3,4}, Gilbert²¹ y otros comenzaron con el tratamiento quirúrgico, tanto para niños como para adultos en los años ochenta, con resultados muy buenos.

CUÁNDO OPERAR

Cualquier lesión del plexo braquial que no ha mostrado una recuperación espontánea sustancial a los tres meses merece ser explorada. El tiempo es crucial debido a la eventual pérdida de las placas neuromusculares hacia los 24 meses de la lesión^{1,12}.

La ausencia de recuperación del bíceps a los tres meses ha sido clásicamente la indicación quirúrgica. Si el paciente ha tenido algo de recuperación del bíceps, hay que considerar la fuerza de recuperación del mismo contra gravedad. Por ejemplo, si un paciente a los tres meses tiene contracción del bíceps solamente, se permite una observación adicional hasta que logre una flexión activa del codo contra la gravedad (M3). En caso que no logre esto a los seis meses del trauma, está indicada una exploración quirúrgica.

Si la clínica y los exámenes complementarios diagnostican una avulsión, no será necesario esperar los primeros tres meses; se indica de inmediato una exploración quirúrgica^{1,2,22-24}.

En general, los resultados son similares cuando la cirugía se realiza entre el primer y sexto mes de la lesión. Los buenos resultados disminuyen drásticamente entre el sexto y el noveno mes, y después del noveno mes, los malos resultados son una constante^{1,2,22}. Sin embargo, se puede encontrar algo de respuesta hasta los 12 meses, sobre todo en pacientes jóvenes. Más allá del año, ya no se recomienda exploración quirúrgica del plexo y se indica hacer procedimientos secundarios. Hemos tenido aun resultados aceptables de flexión del codo, llegando a 90°, con la neurotización distal de fascículos del cubital al nervio del bíceps, en pacientes operados a los 12 meses del trauma²⁵.

Neurotización es el término que se usa para describir una transferencia nerviosa de un nervio sano hacia un nervio lesionado.

ESTRATEGIA DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DEL PLEXO BRAQUIAL

En términos generales la cirugía para reparación del plexo braquial se divide en dos grandes categorías:

- Cirugía para reparar nervios
- Las intervenciones secundarias

Siempre que sea posible, dependiendo del momento, la cirugía para la reparación del nervio tiene prioridad sobre todos los otros procedimientos. El tiempo es importante para decidir si se efectúa el tratamiento primario de los nervios o se dirige a intervenciones secundarias.

Tan pronto como se pueda, se debe emprender la reparación de los nervios^{1,4,22,23}.

Las intervenciones secundarias se realizan después de las reparaciones nerviosas o en casos muy tardíos, como para restaurar funciones a través de transferencias tendinosas y de trasplantes musculares libres. De todas maneras, a todos los pacientes se les puede ofrecer algún tipo de tratamiento, no importa en qué momento se encuentre. La cirugía de los nervios se puede dividir en:

- Reparación intraplexo
- Reparación extraplexo
- Las neurotizaciones o transferencias nerviosas distales
- Transferencia C7 contralateral

Con frecuencia uno hace combinación de todos ellos.

- *Reparación intraplexo:* Indicada en las lesiones posganglionares, en donde las raíces donantes

están disponibles. Aquí las raíces se unen a objetivos distales que pueden ser troncos, cordones o nervios individuales, mediante injertos de nervios. Se puede considerar también la raíz C7 del mismo plexo, en caso de lesiones de C5 y de C6^{26,27}.

- *Reparación extraplexo:* Aquí los nervios no derivados del plexo se utilizan como nervios donantes. Por ejemplo, el nervio accesorio espinal (NEA) hacia el nervio supraescapular (NSE) para la reinervación de los músculos supraespinoso e infraespinoso²⁸⁻³⁰ (figura 5). También son de utilidad los nervios intercostales, nervios del plexo cervical, y algunos autores usan el nervio frénico^{22,23,31-34}. Se ha mostrado la pérdida de función pulmonar que persiste con el tiempo, que en pacientes jóvenes no sería un problema, permaneciendo asintomáticos; sin embargo, con la edad avanzada y en situaciones de alta demanda, serán más propensos a desarrollar complicaciones respiratorias^{1,35}.
- Transferencias nerviosas distales

Los trabajos de Oberlin, Somsak, McKinnon^{32,36,37} y otros han abierto nuevas opciones en el tratamiento de parálisis de plexo braquial. El concepto es el uso de los fascículos o ramas de un nervio distal funcional para reinervar un músculo denervado. El nervio donante normalmente sufre muy poco déficit funcional, y el músculo receptor, por estar cerca, rápidamente es reinervado.

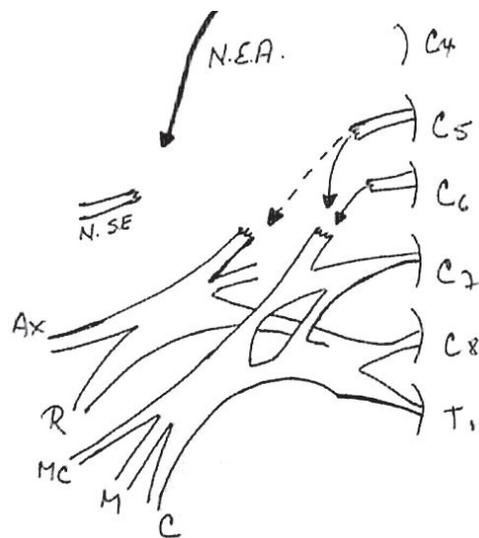


Figura 5. Un esquema de reparación de una lesión posganglionar de C5-C6. Se hace neurotización del nervio espinal accesorio hacia el NSE, e injerto nervioso de C5 y de C6 hacia parte del tronco superior y tronco posterior.

Ejemplo de ellos son:

- Un fascículo del nervio cubital a nervio del bíceps³⁶ (figura 6).
- Rama de la cabeza larga del tríceps a la división posterior del nervio axilar para el deltoides o a la división anterior hacia el deltoides y redondo menor³⁷.
- Rama del mediano a nervio del braquial anterior³².
- *Transferencia de raíz C7 contralateral*

Descrito por Gu et al.⁸⁻¹⁰. Es un procedimiento donde la raíz C7 contralateral, parcial o completa, se conecta a través de injerto de nervio con los nervios del lado afectado. Hoy en día es más fiable para inervar músculos proximales del plexo a reconstruir.

Lesiones extradurales o posganglionares de C5 y C6 ± C7

El nervio supraescapular siempre es neurotizado con el nervio espinal accesorio.

Durante la exploración, si hay raíz disponible, esta se conecta con injerto de nervio así: la raíz C5 hacia la parte anterior del tronco, y C6 hacia la parte posterior del tronco. Si solo una raíz está disponible, se deberá conectar hacia la parte anterior del tronco.

Luego se hace neurotización distal del bíceps con fascículos del cubital, dándole de ese modo doble oportunidad al paciente para recuperar la flexión del codo.

Cuando la raíz C7 está lesionada, la estrategia de reparación sigue los mismos principios^{28-33,36-39}.

Lesiones intradurales o preganglionares C5-C6

En estas lesiones está indicado realizar transferencias nerviosas distales:

- Uno o dos fascículos del nervio cubital a nervio del bíceps³⁶.
- Rama del mediano a nervio del braquial anterior^{32,37,38}.
- Rama de la cabeza larga del tríceps a la división posterior del nervio axilar para deltoides o a la división anterior para la rama de deltoides y redondo menor^{22,25,39,40-42}.

También se repara el nervio supraescapular con el nervio espinal accesorio.

Con esta estrategia se puede recuperar la abducción del hombro entre 45 y 110° y con una aceptable rotación externa. Igualmente se logra flexión de codo entre 90 y 130° (figuras 7, 8 y 9).

Si hay compromiso adicional de la raíz C7, si es posganglionar, se puede conectar con injertos nerviosos al tronco posterior. Si la lesión es preganglionar, se realiza transferencia de nervios intercostales hacia el nervio axilar⁴³.

Lesiones pre o posganglionares de C8 Y T1

Las funciones del hombro y el codo se mantienen conservadas. La cirugía tiene como objetivo la reconstrucción de la mano, pero debido a la baja tasa de éxito con la cirugía sobre los nervios, casi siempre se opta por otros procedimientos quirúrgicos, que deben realizarse dentro del primer año después del accidente. Entre estos está la transferencia del braquial anterior hacia los flexores de los dedos, y algunas artrodesis y tenodesis en la mano.

Si se opta por la reparación de nervios, debe ser en un paciente joven y que la cirugía sea temprana. Se puede intentar la neurotización con C7 ipsilateral hacia el cordón medial^{26,27}.



Figura 6. Técnica de la neurotización de nervio del bíceps (flecha larga negra) con un fascículo del nervio cubital (flecha corta gruesa), descrita por Oberlin.

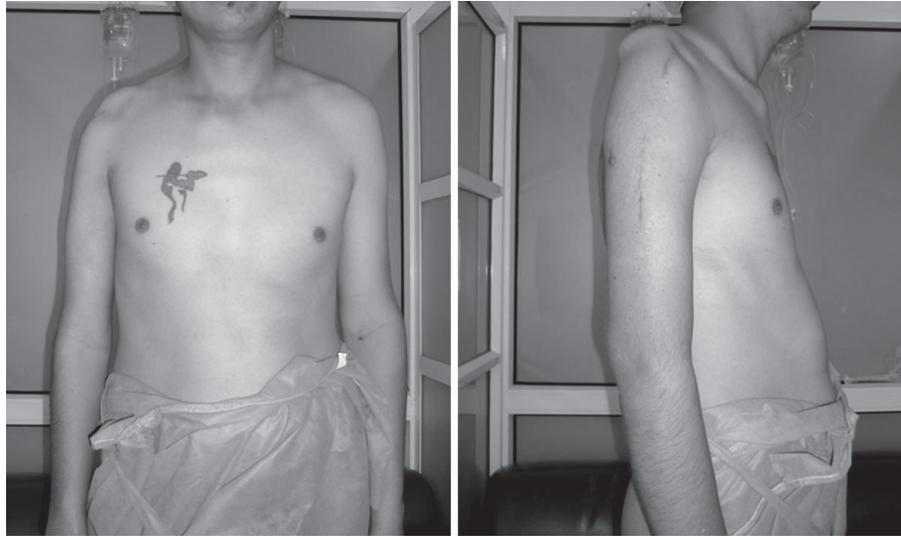


Figura 7. Paciente de 28 años con lesión de C5, C6 y C7. Se observa la atrofia de supra e infraespinoso, deltoides y ausencia de bíceps.



Figura 8. En la mano se observa buena flexión de muñeca y dedos . No hay extensión de muñeca. Se

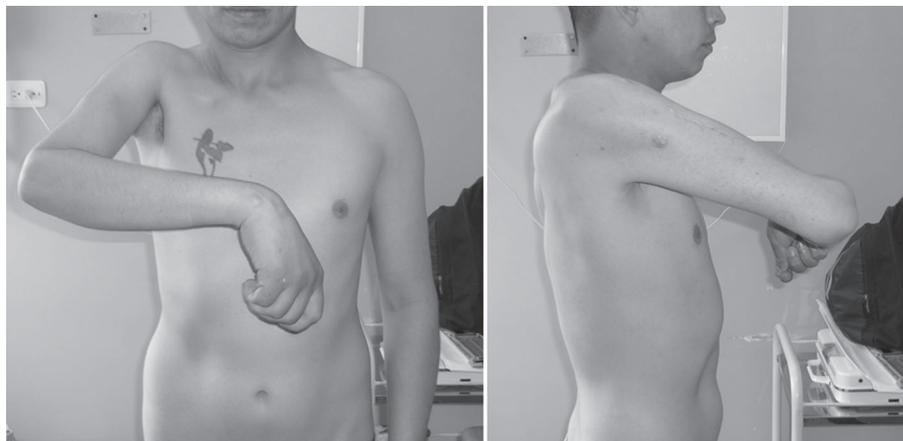


Figura 9. A los 10 meses de la cirugía, tenía flexión de codo de 100°, abducción-flexión de hombro

Estrategia para la parálisis total del miembro superior. Lesión C5-T1

La función de la mano con la cirugía de reparación nerviosa no ha tenido resultados satisfactorios. Por esa razón los esfuerzos se dirigen a dar algo de funcionalidad al hombro y al codo, y en la mano hacer algunos procedimientos como artrodesis, tenodesis o trasplantes musculares libres. El objetivo es lograr a 40° de abducción de hombro, 30° de rotación externa y al menos 90° de flexión de codo^{1,2,22}.

En una lesión posganglionar y en etapas tempranas, la reconstrucción intraplexo es posible con el empleo de injertos nerviosos desde las raíces hacia los troncos y/o cordones (figuras 10, 11 y 12).

Si la lesión es una avulsión total preganglionar, es imperativo explorar el plexo y neurotizarlo lo que sea posible. El NEA al NSE, o reconstruir el NSE con la raíz C7 contralateral con un injerto largo, y el NEA se conecta por injerto, al nervio del bíceps^{8,9, 28-33}.

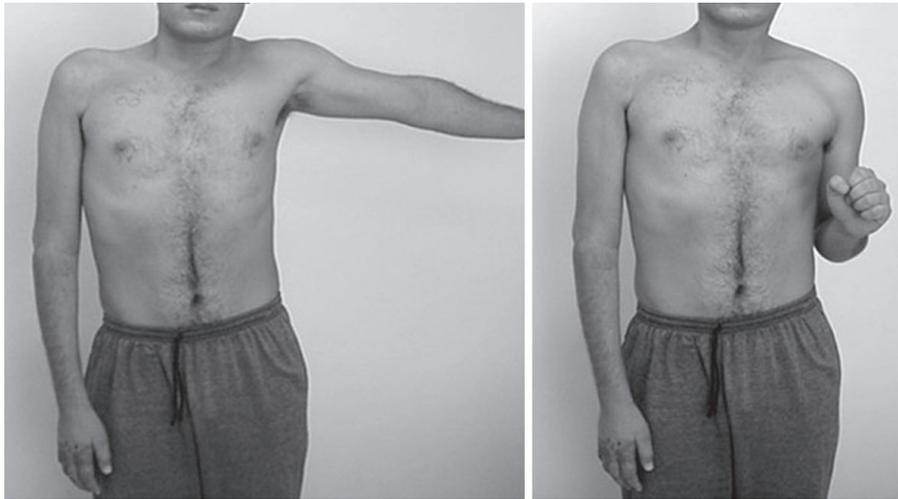


Figura 10. Paciente de 21 años de edad con lesión completa del plexo braquial derecho por accidente de moto.

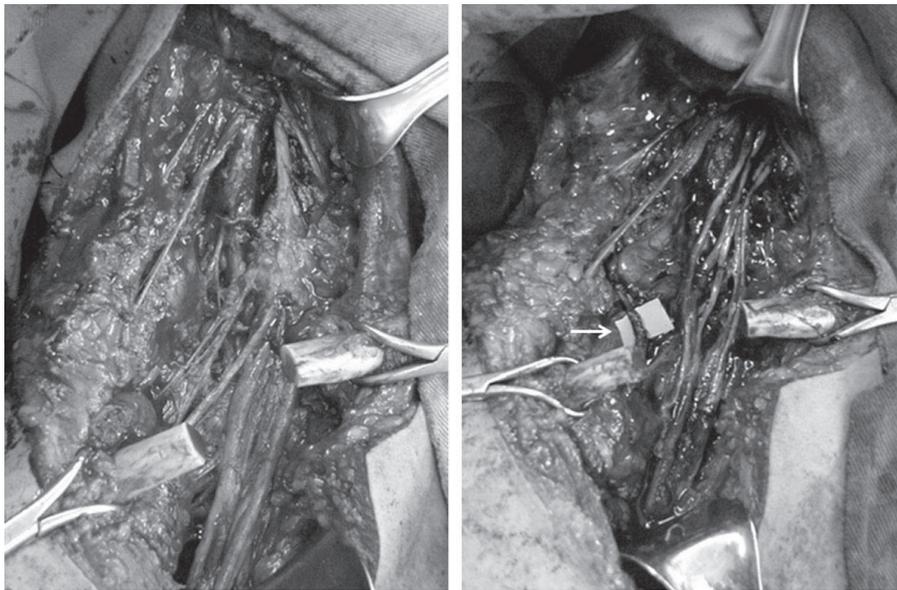


Figura 11. Operado al 6.º mes del trauma. Se aprecia rotura posganglionar de tronco primario superior y posterior. En las raíces inferiores se encontró componente de arrancamiento. En la vista derecha se observa la interposición de injertos nerviosos entre C5 y C6 para los troncos superior y posterior. Además neurotización del espinal accesorio al NSE (flecha).

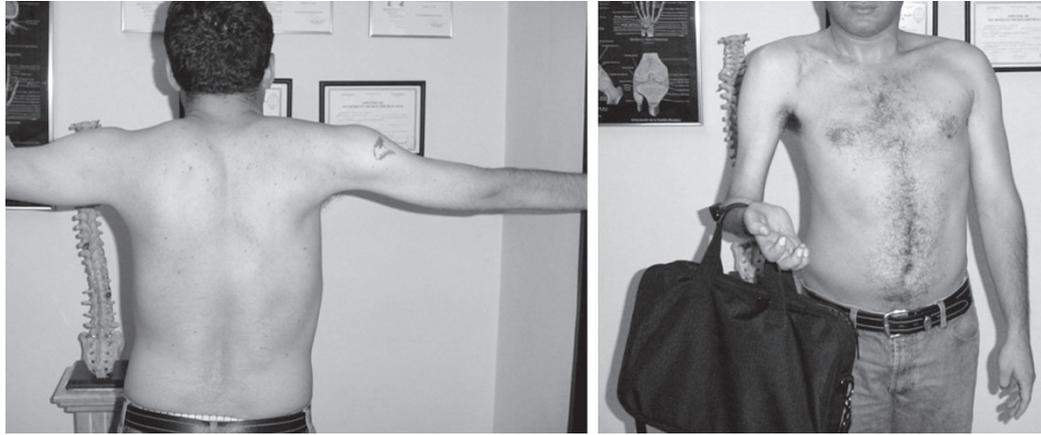


Figura 12. A los 28 meses de la lesión, había recuperado hombro abducción de 120°, rotación externa de 90° y flexión de codo de 120° con M4. La mano no recuperó y el paciente no aceptó más cirugías, pero se integró laboral y socialmente.

También está la opción de neurotizarse el NSE con el NEA y al mismo tiempo usar tres intercostales para el nervio musculocutáneo. Particularmente nosotros preferimos esta última técnica^{22,23,29-32,44}.

Cuando el paciente con lesión total de plexo braquial viene referido o consulta muy tardíamente, se realizan algunos procedimientos como transferencias nerviosas, transferencias de tendones con los músculos que haya disponibles, artrodesis de hombro y muñeca para mejorar la postura y transferencia muscular funcional libre para tratar de mejorar la flexión de codo^{1,2,22,45-50}.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

- Cuando la cirugía de plexo se retrasa más de seis meses, se afectan los resultados de manera significativa.
- Los pacientes con lesión de la parte superior del plexo muestran buenos resultados en un 70%, mientras que los de lesión total del plexo tienen buenos resultados en solo 20% de los casos, dependiendo de factores como sitio de la lesión y tiempo de cirugía.
- Lesiones preganglionares mostraron resultados significativamente más pobres que las lesiones posganglionares.
- Todos los pacientes con lesión del plexo braquial necesitan atención temprana de una persona especializada en el tratamiento quirúrgico.
- A todos los pacientes se les puede ofrecer algún tipo de tratamiento independientemente del momento de la remisión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Thatte MR, Babhulkar S, Hiremath A. Brachial plexus injury in adults: Diagnosis and surgical treatment strategies. *Ann Indian Acad Neurol* 2013;16(1):26-33.
2. Giuffre JL, Kakar S, Bishop AT, Spinner RJ, Shin AY. Current Concepts of the Treatment of Adult Brachial Plexus Injuries. *J Hand Surg Am* 2010;35(4):678-688.
3. Narakas A. Surgical treatment of traction injuries of the brachial plexus. *Clin Orthop* 1978;133:71-90.
4. Narakas A. Brachial plexus surgery. *Orthop Clin North Am* 1981;12:303-323.
5. Sunderland S. London: Churchill Livingstone; 1978. Nerves and Nerve Injuries.
6. Paternostro-Sluga T, Grim-Stieger M, Posch M, Schuhfried O, Vacariu G, Mittermaier C, Bittner C, Fialka-Moser V. Reliability and validity of the Medical Research Council (MRC) scale and a modified scale for testing muscle strength in patients with radial palsy. *J Rehabil Med* 2008; 40:665-671.
7. Compston A. Aids to the investigation of peripheral nerve injuries. Medical Research Council: Nerve Injuries Research Committee. His Majesty's Stationery Office. *Brain* 2010;133:2838-2844.
8. Gu YD, Zhang GM, Chen DS, Yan JG, Cheng XM, Chen L. Seventh cervical nerve root transfer from the contralateral healthy side for treatment of brachial plexus root avulsion. *J Hand Surg Br* 1992;17(5):518-521.
9. Gu YD. Contralateral C7 root transfer over the last 20 years in China. *Chin Med J* 2007;120(13):1123-1126.
10. Zhang CG, Gu YD. Contralateral C7 nerve transfer - Our experiences over past 25 years. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj* 2011;6(1):10.
11. Zhao X, Hung LK, Zhang GM, Lao J. Applied anatomy of the axillary nerve for selective neurotization of the deltoid muscle. *Clin Orthop Relat Res* 2001 Sep; (390):244-251.
12. Ferrante MA. Electrodiagnostic Assessment of the Brachial Plexus. *Neurol Clin* 2012; 30:551-580.
13. Bufalini C, Pescatori G. Posterior cervical electromyography in the diagnosis and prognosis of brachial plexus injuries. *J Bone Joint Surg* 1969;1B:627-631.
14. Balakrishnan G, Kadadi BJ. Clinical examination versus routine and paraspinous electromyographic studies in predicting the site of lesion in brachial plexus injury. *J Hand Surg Am* 2004;29(1):140-143.

15. Amrami KK, Port JD. Imaging the brachial plexus. *Hand Clin* 2005;21:25-37.
16. Yoshikawa T, Hayashi N, Yamamoto S, Tajiri Y, Yoshioka N, Masumoto T, et al. Brachial plexus injury: clinical manifestations, conventional imaging findings, and the latest imaging techniques. *Radiographics* 2006;26:S133-S143.
17. Kennedy R. Suture of the brachial plexus in birth paralysis of the upper extremity. *Br Med J* 1903;1:298-301.
18. Seddon HJ. The use of autogenous grafts for the repair of large gaps in peripheral nerves. *Br J Surg* 1947;35:151-167.
19. Millesi H. Surgical management of brachial plexus injuries. *J Hand Surg* 1977;2:367-378.
20. Millesi H. Brachial plexus injuries: Nerve grafting. *ClinOrthop* 1988;237:43-56.
21. Gilbert A, Tassin JL. Reparation chirurgicale du plexus brachial dans la paralysiebtetricale. *Chirurgie* 1984;110:70-75.
22. Bertelli JA, Ghizoni MF. Results and current approach for Brachial Plexus Reconstruction. *J Brachial Plex and Peripher Nerve Inj* 2011;6:2.
23. Terzis JK, Papakostantinou KC. The surgical treatment of brachial plexus injuries in adults. *Plast Reconstr Surg* 2000;106:1097-1122.
24. El-Gammal TA, Fathi NA. Outcome of surgical treatment of brachial plexus injuries using nerve grafting and nerve transfers. *J Reconstr Microsurg* 2002;18 (1):7-15.
25. Vergara-Amador E. Combinación de transferencias nerviosas en el tratamiento de lesiones altas del plexo braquial. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología* 2012;26(2):128-142.
26. Gu YD, Cai PQ, Xu F, Peng F, Chen L. Clinical application of ipsilateral C7 nerve root transfer for treatment of C5 and C6 avulsion of brachial plexus. *Microsurgery* 2003;23:105-108.
27. Vergara Amador E, Ramirez A. Ipsilateral brachial plexus C7 root transfer. Presentation of a case and a literature review. *Neurocirugia (Astur)* 2013 Mar;S1130-1473.
28. Allieu Y, Cenac P. Neurotization via the spinal accessory nerve in complete paralysis due to multiple avulsion injuries of the brachial plexus. *Clin Orthop Relat Res* 1988 Dec;(237):67-74.
29. Bertelli JA, Ghizoni MF. Transfer of the accessory nerve to the suprascapular nerve in brachial plexus reconstruction. *J Hand Surg Am* 2007 Sep;32(7):989-998.
30. Terzis JK, Kostas I. Suprascapular nerve reconstruction in 118 cases of adult posttraumatic brachial plexus. *Plast Reconstr Surg* 2006;117(2):613.
31. Narakas AO, Hentz VR. Neurotization in brachial plexus injuries. Indications and results. *Clin Orthop Relat Res* 1988 Dec;(237):43-56.
32. Colbert SH, Mackinnon SE. Nerve transfers for brachial plexus reconstruction. *Hand Clin* 2008;24:341-361.
33. Robla J, Scolovsky M, Di Masi G, Robla D, Dimitrovic L, Campero A, Fernández J, Ibáñez J, García J. Técnicas de reconstrucción nerviosa en cirugía del plexo braquial traumatizado. Parte 2: Transferencias nerviosas intraplexuales. *Neurocirugia* 2011;22:521-534.
34. Gu YD, Wu MM, Zhen YL, Zhao JA, Zhang GM, Chen DS, et al. Phrenic nerve transfer for brachial plexus motor neurotization. *Microsurgery* 1989; 10:287-289.
35. Xu WD, Gu YD, Lu JB, Yu C, Zhang CG, Xu JG. Pulmonary function after complete unilateral phrenic nerve transection. *J Neurosurg* 2005;103:464-467.
36. 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 Am* 1994;19(2):232-237.
37. Mackinnon SE, Novak CB, Mykатыn 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:978-985.
38. Liverneux 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;117:915-919.
39. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpaiojkit C, Thuvasetha-kul P. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part II: a report of 7 cases. *J Hand Surg Am* 2003;28(4):633-638.
40. 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 Am* 2004;29(1):131-139.
41. Bertelli JA, Kechele PR, Santos MA, Duarte H, Ghizoni MF. Axillary nerve repair by triceps motor branch transfer through an axillary access: anatomical basis and clinical results. *J Neurosurg* 2007 Aug;107(2):370-377.
42. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpaiojkit C, Thuvasethakul P, Malungpaishrope K. Combined nerve transfers for C5 and C6 brachial plexus avulsion injury. *J Hand Surg Am* 2006;31(2):183-189.
43. Malungpaishrope K, Leechavengvongs S, Uerpaiojkit C, Witoonchart K, Jitprapaikularn S, Chongthammakun S. Nerve transfer to deltoid muscle using the intercostal nerves through the posterior approach: An anatomic study and two case reports. *J Hand Surg Am* 2007;32:218-224.
44. Kakinoki R, Ikeguchi R, Dunkan SF, Nakayama K, Matsumoto T, Ohta S, Nakamura T. Comparison between partial ulnar and intercostal nerve transfers for reconstructing elbow flexion in patients with upper brachial plexus injuries. *J Brachial PlexPeripher Nerve Inj* 2010 Jan 26;5(1):4.
45. Gu Y, Wang H, Zhang L, Zhang G, Zhao X, Chen L. Transfer of brachialis branch of musculocutaneous nerve for finger flexion: Anatomic study and case report. *Microsurgery* 2004;24:358-362.
46. Zhao X, Lao J, Hung LK, Zhang GM, Zhang LY, Gu YD. Selective neurotization of the median nerve in the arm to treat brachial plexus palsy. An anatomic study and case report. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A:736-742.
47. Dong Z, Gu YD, Zhang CG, Zhang L. Clinical use of supinator motor branch transfer to the posterior interosseous nerve in C7-T1 brachial plexus palsies. *J Neurosurg* 2010;113:113-117.
48. Bertelli JA, Ghizoni MF, Tacca CP. Transfer of the supinator muscle to the extensor pollicisbrevis for thumb extension reconstruction in C7-T1 brachial plexus palsy. *J Hand Surg Eur* 2010;35:29-31.
49. Doi K, Sakai K, Kuwata N, Ihara K, Kawai S. Double-muscle technique for reconstruction of prehension after complete avulsion of brachial plexus. *J Hand Surg* 1995;20:408-414.
50. Doi K, Muramatsu K, Hattori Y, Otsuka K, Tan SH, Nanda V, et al. Restoration of prehension with the double free muscle technique following complete avulsion of the brachial plexus: Indications and long-term results. *J Bone Joint Surg* 2000;82:652-666.

Índice del volumen 23 - 2013

VOLUMEN 23(1)

INDICACIONES A LOS AUTORES	3
EDITORIAL	
Imagen con visión de futuro Belkys Beatriz Ángulo Brión	9
INVESTIGACIÓN ORIGINAL	
Aislamiento social en padres con hijos afectados de parálisis cerebral Social isolation in parents with children affected by brain paralysis Germain Góngora Bonilla	11
Cuidadores de niños con parálisis cerebral grave y uso de tecnología de asistencia para la movilidad y sedestación <i>Caregiver of children with severe cerebral palsy and use assistive technology for their mobilization and postural stability systems</i> Zareth del Pilar Gamboa Niño, Fernando Ortiz Corredor, Miguel Ángel Gutiérrez Ramírez, María Catalina Gómez Guevara	24
Correlación entre cuatro factores de riesgo neuromusculares para el dolor lumbar y el índice lordótico <i>Correlation between four neuromusculars risk factors for low back pain and lordotic index</i> José Luis Hurtado Cristancho, Argemiro Antonio Jaramillo, José Fernando López Herrera	39
Entrenamiento de resistencia, disnea y capacidad aeróbica en pacientes con EPOC. Ensayo clínico aleatorizado <i>Resistance training, dyspnea and aerobic capacity in people with copd. Randomized clinical trial</i> Nathalia Suárez Sanabria, Mariana Cummings, Yury Alexandra Vásquez Pulgarín	48
Correlación de los factores de riesgo con los factores pronósticos en evento cerebro-vascular <i>Relation between risk factors and prognosis factors in cerebral vascular events</i> Andersson Lufandt Roza Albarracín, Liliana Carolina Mancipe, Ana María Mendoza	59
ARTÍCULO DE REVISIÓN	
Rehabilitación pulmonar en niños: un reto para los profesionales en medicina física y rehabilitación <i>Pulmonar rehabilitation in children: a challenge for physical medicine and rehabilitation practitioners</i> Doris Valencia Valencia, Edicson Ruiz Ospina, Pedro A. Escobar	70
REPORTE DE CASO	
Enfermedad de Pompe de inicio tardío en la consulta de Medicina Física y Rehabilitación en Bogotá, Colombia <i>Pompe disease of late-onset in the service of Physical Medicine and Rehabilitation in Bogota, Colombia</i> Julieth Maritza Angulo Buitrago, Juan Manuel Guevara Zárate	82
OBITUARIO	
El pasado mes de febrero, falleció en la ciudad de Bogotá, el doctor Norman Rodríguez Cualla Rodrigo Castro Rebolledo	94

VOLUMEN 23(2)

INDICACIONES A LOS AUTORES	98
EDITORIAL	
Rodrigo Castro Rebolledo	102
INVESTIGACIÓN ORIGINAL	
Ruta crítica en la rehabilitación de las personas con trauma raquímedular (TRM) del Hospital Universitario del Valle (HUV), Colombia <i>Critical path in the rehabilitation of persons with spinal cord injury (SCI)</i> Valle University Hospital (HUV) - Colombia Belkys Angulo, Gloria Patricia Arango Hoyos, Marcela Bolaños Roldán, Consuelo Burbano López, Gustavo Echeverry Loaiza, Adriana Reyes Torres, Luz Helena Rojas González	106
Percepción del paciente con trauma raquímedular (TRM) y su familia y/o cuidador en torno al proceso de rehabilitación <i>Perception of patients with spinal cord injury (SCI) family and/or caregiver around the rehabilitation process</i> Belkys Angulo B., Gloria Patricia Arango H., Ana Marcela Bolaños R., Adriana Reyes T., Carlos Rico, Luz Helena Rojas G.	111
Costo-efectividad de diferentes alternativas diagnósticas de ruptura del manguito rotador <i>Cost-effectiveness of different diagnostic alternatives for rotator cuff tear</i> César Augusto Guevara-Cuéllar	118
Pacientes con enfermedad cerebro-vascular tratados con un proceso interdisciplinario de rehabilitación. Descripción de la discapacidad y proceso de reincorporación ocupacional <i>Cerebro-vascular disease patients treated with an interdisciplinary rehabilitation process. Description of disability and occupational reintegration process</i> Olga Lucia Surmay, María Leonor Rengifo, Catalina Gómez, Carlos E. Granados G.	133
Apoyo social en familias monoparentales y nucleares con hijos con discapacidad: un estudio comparativo <i>Social support in single-parent and nuclear families with children with disabilities, a comparative study</i> Germain Góngora Bonilla	141
ARTÍCULO DE REVISIÓN	
Conocimientos básicos sobre la toxina botulínica para una utilización terapéutica segura <i>Basic knowledge on the botulinum toxin for a safe therapeutic application</i> María Victoria Morales, Kelly Payares, Andrés Zuluaga	147
Trauma del plexo braquial: Conceptos actuales en el diagnóstico y tratamiento quirúrgico <i>Brachial plexus injury. Current concepts in diagnosis and surgical treatment</i> Enrique Vergara Amador	160

INFORMACIÓN DE CONTACTO

Teléfono:
(57-1) 6350840

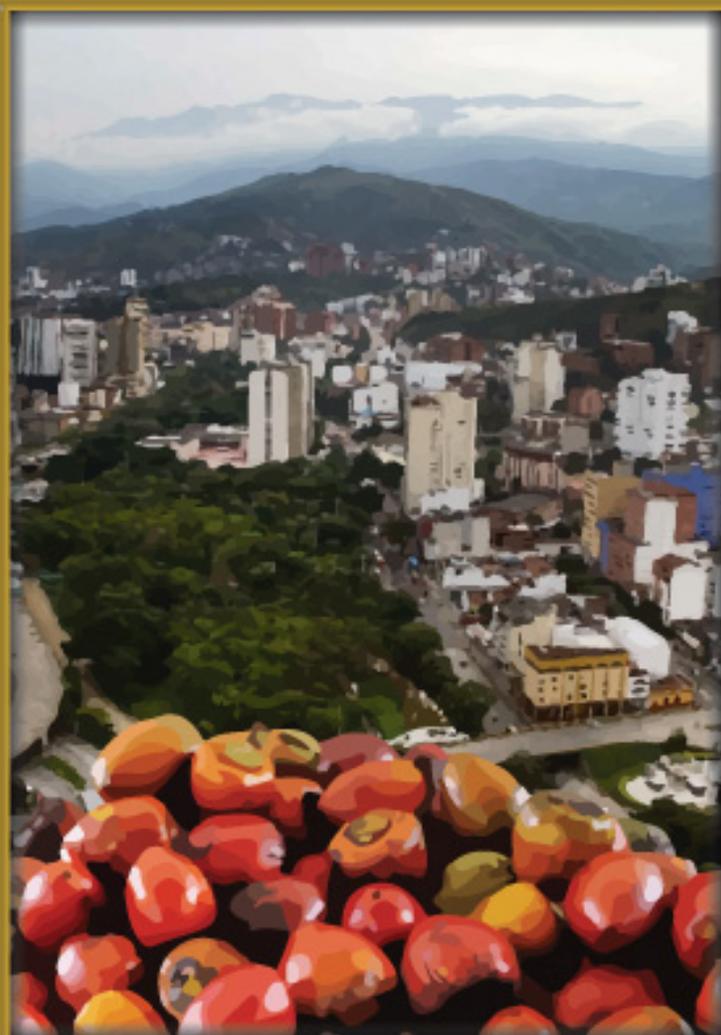
Fax:
(57-1) 6350841

Dirección:
Calle 94 No. 15 - 32
Oficina 603
Bogotá - Colombia

www.acmfr.org

Síguenos
en:  /acmfr  @acmfr





CONGRESO NACIONAL DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN

2014 - Cali - Colombia
28 al 30 de agosto
Hotel Intercontinental



Contáctanos:

57(4) 4442154. Medellín : Teléfono

(314) 893 75 33 : Celular

info@contacticacomunicaciones.com : Email

