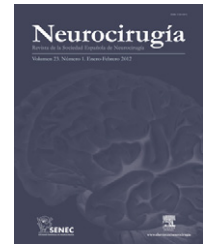




NEUROCIRUGÍA

www.elsevier.es/neurocirugia



Artículo de revisión

Lesiones traumáticas aisladas del nervio axilar. Experiencia en 4 casos de transferencia nerviosa radial y revisión de la literatura

Miguel Domínguez-Páez^{a,*}, Mariano Socolovsky^b, Gilda Di Masi^b
y Miguel Ángel Arráez-Sánchez^a

^a Servicio de Neurocirugía, Hospital Regional Universitario Carlos Haya, Málaga, España

^b Sección de Cirugía de Nervios Periféricos y Plexo, División de Neurocirugía, Hospital de Clínicas, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 5 de junio de 2012

Aceptado el 19 de junio de 2012

On-line el 31 de julio de 2012

Palabras clave:

Lesión aislada del nervio axilar

Transferencia radial

Parálisis de la abducción

del hombro

R E S U M E N

Objetivos: Analizar los resultados de una serie de 4 casos de lesión traumática aislada de nervio axilar reparada quirúrgicamente mediante neurotización radial. Asimismo se realiza una extensa revisión de las series publicadas hasta la actualidad en el tratamiento quirúrgico de la parálisis traumática aislada del nervio axilar.

Material y métodos: Presentamos una serie de 4 pacientes, con edades comprendidas entre los 21 y los 42 años, con una lesión traumática aislada de nervio axilar, intervenidos quirúrgicamente entre enero de 2007 y junio de 2010. Todos los pacientes fueron sometidos a una transferencia nerviosa radial-axilar entre el sexto y el octavo mes del traumatismo. Además, se realiza una revisión de las series quirúrgicas de lesión aislada del nervio axilar desde 1982.

Resultados: Tras un periodo de seguimiento mínimo de un año todos los pacientes mejoraron la abducción del hombro afecto entre 30 y 120°, con un promedio de 70°, mostrando un balance muscular M4 del Medical Research Council. Ninguno refirió debilidad muscular significativa en el tríceps ipsilateral a la lesión. Estos resultados, a pesar de la escasa casuística, son similares a los obtenidos con neurografía con injerto al analizar las series publicadas.

Conclusiones: Las lesiones aisladas del nervio axilar son poco frecuentes. El tratamiento quirúrgico se recomienda ante la ausencia de recuperación clínico-neurofisiológica tras 6 meses desde el traumatismo. La neurografía con injerto es la técnica más utilizada, con un éxito próximo al 90%. La neurotización axilar con la rama a la porción larga al tríceps del nervio radial es una alternativa terapéutica en estos casos. En futuros estudios debería realizarse una comparación entre ambas técnicas para aclarar estadísticamente este tema.

© 2012 Sociedad Española de Neurocirugía. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dr.m.dominguezpaez@gmail.com (M. Domínguez-Páez).

Isolated traumatic injuries of the axillary nerve. Radial nerve transfer in four cases and literatura review

A B S T R A C T

Keywords:

Isolated injury of the axillary nerve
Radial nerve transfer
Shoulder abduction palsy

Objective: To analyze the results of an initial series of four cases of traumatic injuries of the axillary nerve, treated by a nerve transfer from the triceps long branch of the radial nerve. An extensive analysis of the literature has also been made.

Materials and methods: Four patients aged between 21 and 42 years old presenting an isolated traumatic palsy of the axillary nerve were operated between January 2007 and June 2010. All cases were treated by nerve transfer six to eight months after the trauma. The results of these cases are analyzed, the same as the axillary nerve injuries series presented in the literature from 1982.

Results: One year after the surgery, all patients improved their abduction a mean of 70° (range 30 to 120°), showing a M4 in the British Medical Council Scale. No patient complained of triceps weakness after the procedure. These results are similar to those published employing primary grafting for the axillary nerve.

Conclusions: Isolated injuries of the axillary nerve should be treated with surgery when spontaneous recovery is not verified 6 months after the trauma. Primary repair with grafts is the most popular surgical technique, with a rate of success of approximately 90%. The preliminary results of a nerve transfer employing the long triceps branch are similar, and a definite comparison of both techniques with a bigger number of cases should be done in the future.

© 2012 Sociedad Española de Neurocirugía. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La lesión aislada del nervio axilar o circunflejo es una entidad poco frecuente, ya que la mayoría de estas lesiones se presentan asociadas a una afectación más extensa del plexo braquial. La incidencia de las lesiones infraclaviculares aisladas se estima en un 0,3-6% de todas las lesiones de plexo braquial^{1,2}. Como mecanismo lesivo más frecuente se ha descrito el traumatismo cerrado sobre la región escapulohumeral³⁻⁵, asociándose habitualmente a lesiones osteoarticulares y/o del manguito de los rotadores^{4,6-8}. La mayoría de las lesiones de nervio de evolución hacia la recuperación espontánea en los primeros 6 meses^{4,7,9-11}, calculándose que en menos del 20% de los casos la parálisis persiste clínicamente sin evidencia de recuperación neurofisiológica^{4,7}. En esos casos se recomienda el tratamiento quirúrgico, que debe realizarse idealmente antes de los 6 meses para obtener un resultado favorable^{4,6,8,12-14}. La técnica quirúrgica más utilizada en los trabajos publicados hasta la fecha es la reparación con injerto (fig. 1), seguida de la neurólisis y de la sutura directa^{1,3,4,6-8,12-19}. La neurotización con un nervio dador adyacente solo se ha reportado hasta la fecha en 3 casos de lesión solitaria de nervio axilar²⁰ (fig. 2). No obstante, debido a la tasa enormemente alta de buenos resultados que brindan las transferencias distales, en la última década se han transformado en el procedimiento de elección en detrimento de la neurografía con injerto, en diversas lesiones como las de plexo braquial alto²⁰⁻²⁸. Por ello, no sería sorprendente que en el futuro se abandone la reparación clásica término-terminal en pos de la transferencia de ramo largo al tríceps-nervio axilar.

El objetivo del presente trabajo es analizar los resultados de una serie de 4 casos de lesiones puras de nervio axilar producidas como consecuencia de una luxación traumática de

hombro sin lesión de plexo asociada, en las cuales se realizó una reparación mediante transferencia de ramo de la porción larga del tríceps al nervio axilar. Asimismo se realiza una extensa revisión de las series publicadas hasta la actualidad en el tratamiento quirúrgico de la parálisis del nervio axilar.

Material y métodos

Se presenta una revisión retrospectiva de los pacientes operados por lesión de nervio axilar sometidos a una transferencia nerviosa del ramo radial de la porción larga del tríceps al nervio axilar en la Sección de Neurocirugía del Hospital de Clínicas y Plexo del Servicio de Neurocirugía del Hospital de Clínicas, en el período que abarca desde el 2 de enero del 2007 al 3 de junio del 2010. Se descartaron los individuos que presentaban lesiones de nervio axilar asociadas a otra lesión nerviosa o plexual, así como los que no poseían un tiempo de seguimiento mínimo de un año. Cuatro pacientes cumplieron los criterios de selección: 3 hombres y una mujer, con edades comprendidas entre los 21 y los 42 años. La etiología de la lesión axilar fue una luxación traumática de la articulación escapulohumeral en todos los casos. La transferencia nerviosa del nervio de la porción larga del tríceps al nervio axilar se llevó a cabo entre el sexto y el octavo mes desde el traumatismo por ausencia de recuperación clínico-neurofisiológica espontánea.

El procedimiento quirúrgico de transferencia del ramo radial de la porción larga del tríceps al nervio axilar ha sido descrito previamente por autores como Bertelli²⁰, Leechavengvong²² y Witochart²⁹. La técnica utilizada fue la siguiente: el paciente se posicionó en decúbito lateral, con el miembro afectado arriba, colocándose un realce en la axila para abducir unos grados el brazo respecto del tronco. Se trazó una línea desde el acromion hasta el olécranon, y se

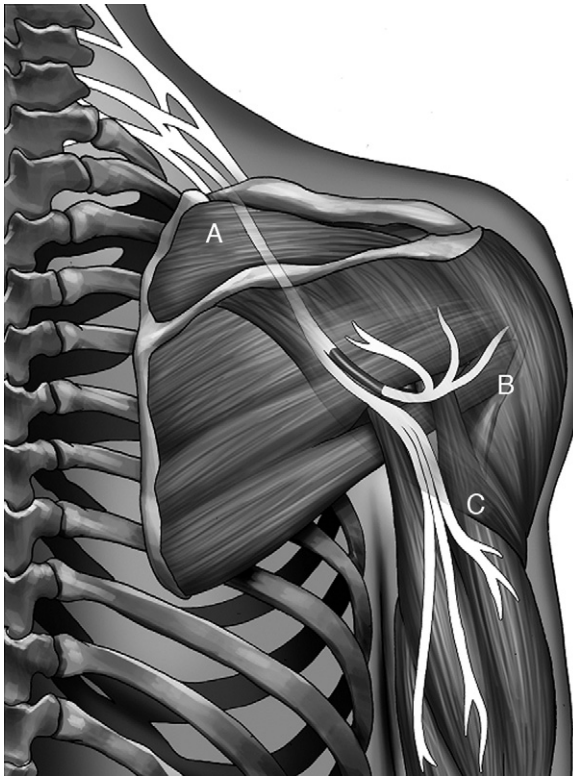


Figura 1 – Esquema de parte del plexo braquial supraclavicular, el cordón posterior (A), el nervio axilar (B) y los ramos al tríceps que se originan del nervio radial (C). El tronco del nervio radial no ha sido dibujado. La zona más oscura en el nervio axilar corresponde a una teórica área patológica que ha sido reemplazada por un injerto de nervio sural.

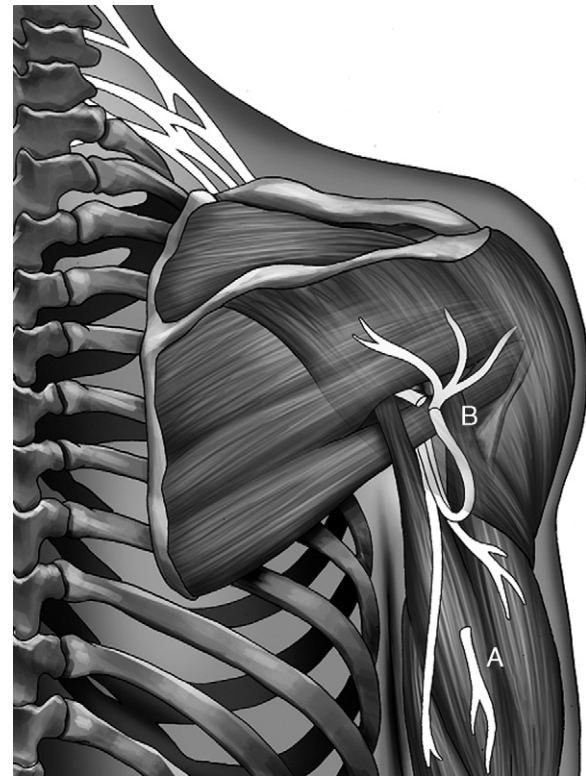


Figura 2 – El dibujo muestra la forma de realizar la transferencia nerviosa del ramo largo del tríceps, el ramo del nervio radial (seccionado en A), al cabo distal del nervio axilar (B). Se muestra el cabo proximal de dicho nervio, seccionado tras atravesar el cuadrilátero de Valpeau.

realizó una incisión sobre la misma, entre el borde inferior del músculo deltoides atrofiado y la mitad del brazo. Se expusieron los músculos deltoides y tríceps. Se levantó el primero y se disecó el espacio cuadrilátero, identificando por encima del músculo redondo mayor el nervio axilar y sus ramos anterior y posterior. Se continuó con la disección entre los vientres largo y lateral del tríceps hasta identificar el nervio radial y sus ramos que van a dichas porciones, bajo estimulación motora directa. Se seccionaron el nervio axilar, lo más proximalmente que fue posible, y el nervio a la porción larga del tríceps, lo más distalmente que se pudo, con el fin de lograr una coaptación del nervio dador y del receptor sin tensión y sin la necesidad

de injertos interpuestos. La sutura se efectuó con 2 o 3 puntos de Nylon 9,0 y adhesivo de fibrina alrededor.

Se determinó en cada paciente el ángulo máximo de abducción del hombro antes de la cirugía y, posteriormente a la misma, se relevó el mismo dato de forma periódica hasta completar un mínimo de 12 meses de seguimiento (fig. 3). Se realizó asimismo un electromiograma (EMG) para determinar la reinervación del músculo deltoides al cabo de dicho lapso.

Resultados

Los resultados obtenidos en los 4 pacientes tras un mínimo de 12 meses de seguimiento se muestran en la [tabla 1](#). Ningún

Tabla 1 – Análisis de los resultados obtenidos en la serie inicial de transferencia del ramo largo del tríceps al nervio axilar

Caso	Sexo, edad	Demora quirúrgica desde el traumatismo	Abducción preoperatoria máxima	Abducción postoperatoria tras 12 meses	Variación	EMG
1	M, 34	6 meses	20°	80°	+60°	+
2	F, 21	6 meses	60°	180°	+120°	+
3	M, 42	7 meses	90°	120°	+30°	+
4	M, 32	8 meses	90°	160°	+70°	+

El signo + indica electromiograma (EMG) postoperatorio con evidencia de reinervación.

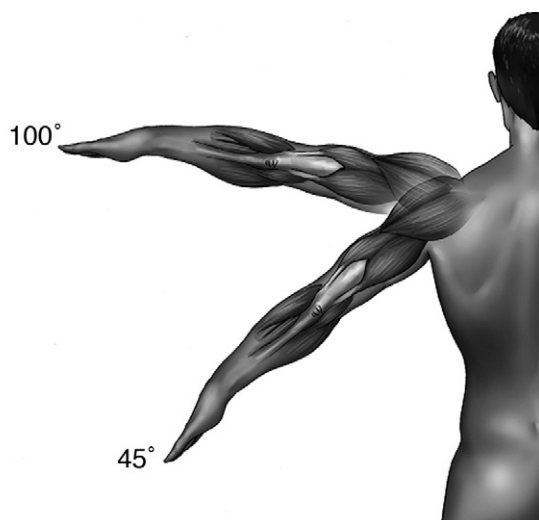


Figura 3 – La variación del grado de abducción del brazo extendido, evaluado antes y un año después de la transferencia de ramo largo del radial al circunflejo, fue el parámetro utilizado, junto a un electromiograma, para determinar la mejoría postoperatoria.

paciente refirió pérdida de fuerza del tríceps clínicamente significativa y tampoco se observó otro tipo de complicación. La mejoría de la abducción, medida en grados, fue de entre 30 y 120°, siendo el promedio de 70°. Todos los pacientes mostraron un balance muscular M4 en la escala del Medical Research Council (MRC). Las figuras 4 y 5 ilustran 2 pacientes de la serie.

Discusión

Anatomía

Para el correcto manejo de las lesiones del nervio axilar es necesario conocer su anatomía topográfica y su relación con el espacio cuadrangular o de Valpeau. Dicho nervio es una de las 2 ramas terminales del cordón posterior del plexo braquial. Usualmente contiene fibras del ramo ventral de las raíces C5 y C6. La primera porción del nervio es lateral al nervio radial,



Figura 4 – Caso número 2.



Figura 5 – Caso número 3.

posterior a la arteria axilar y anterior al músculo subescapular. Recorre oblicuamente dicho músculo hacia el espacio cuadrangular acompañado de la arteria humeral circunfleja. En una visión posterior los límites del espacio de Valpeau son a nivel superior, inferior, medial y lateral, el músculo redondo menor, el músculo redondo mayor, la porción larga del músculo tríceps y el cuello quirúrgico del húmero, respectivamente (fig. 2). Sus dimensiones medias se estiman en 2,5 cm de altura, 2,5 cm de ancho y 1,5 cm de profundidad. El nervio axilar es siempre la estructura más superior del pedículo neurovascular que por ahí discurre, localizándose generalmente en la porción superolateral del espacio cuadrangular. Una vez que emerge hacia un plano más posterior, el nervio axilar se relaciona íntimamente con el cuello quirúrgico del húmero y se divide en una rama anterior y otra posterior. La rama anterior inerva la porción media y anterior del músculo deltoides, mientras que la posterior inerva la porción posterior y el músculo redondo menor. Finalmente, la rama posterior forma el nervio cutáneo superolateral, que recoge la sensibilidad de la cara lateral del hombro^{2,5}.

Es importante hacer mención de la topografía fascicular del nervio circunflejo, monofascicular a nivel de la axila y trifascicular una vez se localiza en el espacio de Valpeau. Los fascículos que inervan el deltoides se localizan siempre a nivel superolateral, y los que inervan al redondo menor y recogen la sensibilidad del nervio cutáneo superolateral, a nivel inferomedial³⁰.

Mecanismo lesivo

La lesión del nervio axilar se produce habitualmente tras un trauma cerrado o penetrante sobre la región escapulohumeral⁵. El mecanismo más habitual es el trauma cerrado³⁻⁵ que conduce a una tracción lesiva del nervio por hiperabducción, especialmente si se asocia a rotación interna del miembro superior a nivel de la articulación glenohumeral⁴. La porción del nervio más vulnerable a este mecanismo es la proximal al espacio cuadrangular, por encontrarse adherido a estructuras adyacentes^{1,8,19}. La asociación con lesiones osteoarticulares a nivel escapulohumeral y/o del manguito de los rotadores es frecuente^{4,6-8,12-14,17,19}, y la incidencia varía entre el 21% de la serie de 14 pacientes de Rochwerger et al.¹³

Tabla 2 – Lesiones traumáticas aisladas del nervio axilar publicadas desde 1982 y ordenadas en función de la fecha de publicación. Salvo que se especifique lo contrario, los resultados se expresan en la escala de fuerza del Medical Research Council (MRC)^e

Serie	Características	Pacientes tratados con injerto y resultado	Pacientes tratados con sutura directa y resultado	Pacientes tratados con neurólisis y resultado
Petrucchi 1982	N: 12 EM: ¿? DM: 5,1 LA: 33% S: > 1 LC: 100%	8 8 (100%) M3 o mejor 7 (87%) M4 o mejor	0	4 4 (100%) M4 o mejor
Alnot 1983 y 1991 ^a	N: 25 EM: 10-30 DM: 7 LA: 50% S: > 1 LC: 100%	21 21 (100%) M3 o mejor 19 (20%) M4 o mejor	1 1 (100%) M3	3 3 (100%) M4
Narakas 1989	N: 42 EM: 24,7 ^b DM: ¿? LA: 50% S: > 2 LC: 100%	25 23 (92%) M3 o mejor 20 (80%) M4 o mejor	0	17 10 (59%) M3 o mejor 7 (41%) M4 o mejor
Artico 1991	N: 12 EM: 40,5 DM: 7,9 LA: 92% S: > 1 LC: 42%	6 3 (50%) «excelentes» 3 (50%) «buenos»		6 3 (50%) «excelentes» 3 (50%) «buenos»
Alnot 1996	N: 47 EM: 10-40 DM: 9 LA: 25% S: > 2 LC: 100%	32 25 (78%) M3 o mejor 17 (53%) M4 o mejor	1 0 (0%) M3 o mejor	3 0 (0%) M3 o mejor
Bonnard 1999	N: 69 EM: 29 ^b D: 7,3 ^b LA: 41% S: > 1,5 ^b LC: ¿?	45 40 (90%) M3 o mejor ¿? M4 o mejor	0	24 17 (72%) M3 o mejor ¿? M4 o mejor
Tyagi 2000	N: 3 EM: 14,3 DM: 6,3 LA: 100% S: > 1 LC: 100%	2 2 (100%) M4	0	1 1 (100%) M5
Rochwerger 2000	N: 14 EM: 25 DM: 9 LA: 21% S: > 2 LC: ¿?	12 12 (100%) M3 o mejor 10 (83%) M4 o mejor	0	2 0 (0%) M3 o mejor
Kline 2003	N: 56 EM: 37 ^b DM: 6,5 LA: ¿? S: > 2 LC: 93%	43 Grado de recuperación medio de 3,8 LSUHSC	3 Grado de recuperación medio de 3,8 LSUHSC ^c	10 Grado de recuperación medio de 4 LSUHSC ^c
Rezzouk 2003	N: 45 EM: 33 ^b DM: ¿? LA: ¿? S: ¿? LC: ¿?	¿? 34 (76%) M4 o mejor ^d	¿? 34 (76%) M4 o mejor ^d	¿? 34 (76%) M4 o mejor ^d

– Tabla 2 (Continuación)

Serie	Características	Pacientes tratados con injerto y resultado	Pacientes tratados con sutura directa y resultado	Pacientes tratados con neurólisis y resultado
Degeorges 2004	N: 25 EM: 27 DM: 10 LA: 100% S: > 2 LC: ¿?	20 17 (85%) M3 o mejor 16 (80%) M4 o mejor	2 2 (100%) M4 o mejor	3 3 (100%) M4 o mejor
Wehbe 2004	N: 16 EM: 30 ^b DM: 6-8 LA: 56% S: > 2 LC: 100%	¿? 10 (63%) M3 o mejor ^d	0	¿? 10 (63%) M3 o mejor ^d
Moor 2010	N: 12 ^e EM: 37 DM: 11,25 LA: 33% S: > 2 LC: 92%	12 12 (100%) M3 o mejor 10 (83%) M4 o mejor	0	0

DM: demora media entre trauma y cirugía en meses; EM: edad media en años; LA: porcentaje de pacientes con lesiones asociadas osteoarticulares y/o del manguito de los rotadores; LC: porcentaje de pacientes con lesiones completas del nervio axilar; N: número de pacientes; S: seguimiento medio o mínimo en años; ¿?, dato desconocido.

^a La serie de Alnot et al. de 1991 incluye los pacientes de la serie de 1983.

^b Datos obtenidos de series más amplias que incluían pacientes con lesión del nervio axilar aisladas y asociadas a otras lesiones nerviosas.

^c Escala del Louisiana State University Health Sciences Center para parálisis axilar.

^d No especificado el número de pacientes que recibe cada tratamiento.

^e Un paciente presenta una lesión asociada de nervio supraescapular.

y el 100% de la serie de 25 pacientes de Degeorges et al.¹⁷. Dentro de este espectro lesivo, la luxación anteromedial del hombro parece ser la que más se asocia a la lesión del nervio axilar^{1,7}. También es frecuente que se afecten otras estructuras nerviosas, especialmente el nervio supraescapular^{2,4,6,8}.

Evaluación y manejo

Ante la sospecha de una lesión del nervio axilar es necesario realizar una minuciosa exploración de la movilidad activa y pasiva de la articulación glenohumeral, con especial énfasis en la abducción y la rotación externa del hombro. En ocasiones, evaluar la afectación de dicho nervio puede resultar complejo, dado que en la movilidad del hombro intervienen diferentes grupos neuromusculares y la lesión del nervio axilar puede no comprometer completamente la abducción del hombro³¹; autores como Kline³ sugieren una disminución en el rango de abducción, mientras que otros, como Bonnard⁸ y Sunderland³², afirman que el compromiso es más evidente en la fuerza que en el grado de abducción. También existe discrepancia entre los autores a la hora de decidir la mejor forma de evaluar la función aislada del nervio axilar: algunos son partidarios de explorar la abducción dependiente de la porción posterior del deltoides¹², y otros de explorar la abducción completa del brazo²⁰. Ante una pérdida completa de abducción se debe sospechar una lesión asociada del nervio supraescapular y/o del manguito de los rotadores^{12,20}. Las lesiones completas del nervio axilar se acompañan de una zona de anestesia en la región lateral del hombro, que con el tiempo puede recuperarse parcialmente por solapamiento con

los territorios sensitivos de C3-C4, induciendo erróneamente a pensar que el nervio axilar se está regenerando de forma correcta³. El signo de Tinell a veces está presente¹. Las lesiones de estructuras óseas y/o tejidos blandos asociadas pueden enmascarar el diagnóstico de las lesiones nerviosas en la fase aguda del traumatismo^{12,33}.

Ante estas dificultades, los estudios neurofisiológicos son imprescindibles en el diagnóstico y seguimiento de estas lesiones^{3,14}. Se estima aproximadamente en un 62% la incidencia de lesión nerviosa en los estudios electrofisiológicos tras un traumatismo en el hombro, y el nervio axilar es el que se afecta con más frecuencia^{10,11,34}. La mayoría de estas lesiones evolucionan espontáneamente hacia la recuperación en los primeros 6 meses^{4,7,9-11,34}, y la parálisis persiste en menos del 20% de los casos^{4,7}. Cuando la parálisis del nervio axilar persiste clínicamente sin evidencia de recuperación neurofisiológica, se recomienda el tratamiento quirúrgico antes de que transcurran 6 meses^{1,4,6,8,12-14}. La reparación del nervio y su recuperación funcional evitan a largo plazo el desarrollo de una lesión secundaria a nivel del manguito rotador, la degeneración de la articulación escapulohumeral y minimizan el impacto estético de la atrofia del músculo deltoides^{15,19}.

Pruebas diagnósticas como la radiografía simple y la resonancia magnética a nivel del hombro son útiles para descartar lesiones asociadas como fracturas, luxaciones o rotura del manguito de los rotadores. A veces es incluso visible la ausencia de continuidad en el nervio axilar^{6,17,18}. La reparación de estas lesiones concomitantes es imprescindible para lograr el éxito de la reparación nerviosa^{6,12}.

Se consideran factores de mal pronóstico en las lesiones del nervio axilar la demora del tratamiento quirúrgico por encima de los 6 meses desde el traumatismo (aunque existen series que muestran buenos resultados con un tratamiento diferido por encima del año¹²), un mecanismo lesivo de alta energía, una edad del paciente por encima de los 40 años y la presencia de lesiones nerviosas, osteoarticulares y/o del manguito de los rotadores concomitantes^{4,8,9,16,17,35}. En caso de cirugía, la longitud y el número de los injertos no se han relacionado de forma estadísticamente significativa con el pronóstico⁸.

Tratamiento quirúrgico

Como ya ha sido descrito, existen diferentes modalidades de tratamiento quirúrgico en las lesiones del nervio axilar: neurorrafia con injerto interpuesto, neurorrafia directa, neuroólisis y neurotización con un nervio donante adyacente^{1,3,4,6-8,12-19}. La elección del tratamiento está determinada en gran medida por los hallazgos intraoperatorios. Se puede abordar el nervio axilar de diferentes maneras; la vía anterior (generalmente transaxilar) permite evaluar la porción más proximal del nervio axilar, además de otros nervios vecinos como el radial, el toracodorsal y el subescapular; la vía posterior permite evaluar la porción del nervio axilar próxima al espacio de Valpeau donde asientan la mayoría de las lesiones por tracción, así como su porción más distal³. Autores como Artico⁷, Rochwerger¹³ y Bonnard⁸ son partidarios de un doble abordaje anterior y posterior.

La técnica más utilizada, tras el análisis de las series publicadas desde 1982 es la neurorrafia con injerto (tabla 2)^{1,3,4,6-8,12-19}. Si se analizan las series que especifican el número de pacientes tratados con injerto y cuyos resultados se expresan en la escala muscular MRC se aprecia un 90% de resultados M3 o mejores en los 179 pacientes tratados de esta forma^{1,6,8,12-15,17}.

La neurorrafia directa del nervio axilar para reparar una neurotmesis del mismo no siempre es posible. La serie más amplia es la de Kline³, que muestra un promedio de recuperación de 3,8 en la escala del Louisiana State University Health Sciences Center (LSUHSC) para parálisis axilar, similar a los resultados obtenidos tras utilizar injerto.

Los 57 pacientes sometidos a neuroólisis en los trabajos analizados presentan una recuperación M3 o mejor en el 79% de los casos^{1,4,6,8,13,14,16,17}. Estos resultados son notablemente peores respecto los pacientes tratados con injerto en las series de Alnot⁶, Rochwerger¹³ y Bonnard⁸. Por el contrario, Kline³ obtiene el mejor promedio de recuperación en su serie tratada con neuroólisis (grado promedio de 4 en la escala LSUHSC).

La neurotización del nervio axilar con un nervio donante es una técnica que ha cobrado interés en la última década. Uno de los nervios donantes preferido por los autores es el radial, tanto por su proximidad anatómica (lo que permite una neurorrafia sin injerto interpuesto) como por la sinergia funcional entre ambos nervios en la abducción y la rotación externa del brazo^{20-26,28,29,36}. La experiencia a la hora de aplicar esta técnica en las lesiones aisladas del nervio axilar es limitada, ya que solo hay 3 casos reportados en la literatura en los que se consiguió un balance motor M4 en la escala MRC. Bertelli²⁰ et al. indican la aplicación de esta técnica para los casos en los que han transcurrido más de 6 meses desde el

traumatismo, debido a que la tasa de éxito con injerto decrece de forma significativa. En nuestra experiencia inicial, los resultados de nuestra serie reafirman los hallazgos del grupo de Bertelli²⁰, consiguiendo mejoras claras de la abducción en todos los casos operados, con un interesante promedio de 70°.

Las ventajas de la neurotización respecto la reparación con injerto radican principalmente en que la primera es una cirugía menos demandante desde el punto de vista técnico, más corta y, por ende, presuntamente sujeta a una menor tasa de complicaciones. Basta recordar que la neurorrafia con injerto requiere, en muchos casos, la exploración anterior y posterior; la primera implica la apertura del surco deltopectoral y la exposición del plexo infraclavicular.

Conclusiones

Las lesiones traumáticas aisladas del nervio axilar son infrecuentes. El tratamiento quirúrgico está indicado en parálisis completas del deltoides que no muestran signos de reinnervación neurofisiológica transcurridos 6 meses desde el traumatismo. La técnica más empleada es la neurorrafia con injerto, que muestra buenos resultados en el 89% de los casos. La neurotización con el nervio radial como donante, a pesar de la escasa experiencia acumulada, puede ser una opción válida en el tratamiento de lesiones, dado que técnicamente es más sencilla y sus resultados podrían aún ser mejores que los de las técnicas clásicas. Antes de brindar una conclusión definitiva al respecto aún deben publicarse series más grandes que comparen ambas alternativas terapéuticas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Petrucchi FS, Morelli A, Raimondi PL. Axillary nerve injuries: 21 cases treated by nerve graft and neurolysis. *J Hand Surg [Am]*. 1982;7:271-8.
- Tubbs RS, Tyler-Kabara EC, Aikens AC, Martin JP, Weed LL, Salter EG, et al. Surgical anatomy of the axillary nerve within the quadrangular space. *J Neurosurg*. 2005;102:912-4.
- Kline DG, Kim DH. Axillary nerve repair in patients with 101 stretch injuries. *J Neurosurg*. 2003;99:630-6.
- Narakas AO. Lésions du nerf axillaire et lésions associées du nerf supra-scapulaire. *Rev Med Suisse Romande*. 1989;109:545-56.
- Steinmann SP, Moran EA. Axillary nerve injury: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001;9:328-35.
- Alnot JY, Livermeaux P, Silberman O. Les lésions du nerf axillaire. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1996;82:579-89.
- Artico M, Salvati M, D'Andrea V, Ramundo EO, Nucci F. Isolated lesion of the axillary nerve: surgical treatment and outcome in 12 cases. *Neurosurgery*. 1991;29:697-700.
- Bonnard C, Anastakis DJ, van Melle G, Narakas AO. Isolated and combined lesions of the axillary nerve. *J Bone Joint Surg Br*. 1999;81:212-7.

9. Coene LN, Narakas AO. Operative management of lesions of the axillary nerve, isolated or combined with other nerve lesions. *Clin Neurol Neurosurg.* 1992;94:S64-6.
10. De Laat EA, Visser CP, Coene LN, Pahlplatz PV, Tavy DL. Nerve lesions in primary shoulder dislocations and humeral neck fractures. A prospective clinical and EMG study. *J Bone Joint Surg Br.* 1994;76:381-3.
11. Visser CP, Tavy DL, Coene LN, Brand R. Electromyographic findings in shoulder dislocations and fractures of the proximal humerus: comparison with clinical neurological examination. *Clin Neurol Neurosurg.* 1999;101:86-91.
12. Moor BK, Haefeli M, Bouaicha S, Nagy L. Results after delayed axillary nerve reconstruction with interposition of sural nerve grafts. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19:461-6.
13. Rochwerger A, Benaim LJ, Tolédano E, Samson P, Legré R. Réparations chirurgicales du nerf axillaire. Résultats à cinq ans de recul. *Chir Main.* 2000;1:31-5.
14. Tyagi A, Drake J, Midha R, Kestle J. Axillary nerve injuries in children. *Pediatr Neurosurg.* 2000;32:226-9.
15. Alnot JY, Jolly A. Les lésions du nerf circonflexe. A propos de 19 cas. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1983;69:539-46.
16. Alnot JY, Valenti P. Réparation chirurgicale du nerf axillaire. A propos de 37 cas. *Int Orthop.* 1991;15:7-11.
17. Degeorges R, Lebellec Y, Alnot JY. Facteurs pronostiques de la chirurgie du nerf axillaire. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2004;90:103-10.
18. Rezzouk J, Farlin F, Boireau P, Fabre T, Durandea A. La prise en charge des lésions traumatiques du nerf axillaire: à propos de 83 cas opérés. *Chir Main.* 2003;22:73-7.
19. Wehbe J, Maalouf G, Habanbo J, Chidiac RM, Braun E, Merle M. Surgical treatment of traumatic lesions of the axillary nerve. A retrospective study of 33 cases. *Acta Orthop Belg.* 2004;70:11-8.
20. 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;107:370-7.
21. 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;29:131-9.
22. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpaiojkit C, Thuvasethakul 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;28:628-32.
23. 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;31:183-9.
24. Merrell GA, Barrie KA, Katz DL, Wolfe SW. Results of nerve transfer techniques for restoration of shoulder and elbow function in the context of a meta-analysis of the English literature. *J Hand Surg [Am].* 2001;26:303-14.
25. Midha R. Nerve transfers for severe brachial plexus injuries: a review. *Neurosurg Focus.* 2004;16:E5.
26. Nath RK, Mackinnon SE. Nerve transfers in the upper extremity. *Hand Clin.* 2000;16:131-9.
27. Oberlin C, Durand S, Belheyyar Z, Shafi M, David E, Asfazadourian H. Nerve transfers in brachial plexus palsy. *Chir Main.* 2009;29:1-9.
28. Tung TH, Mackinnon SE. Nerve transfers: indications, techniques, and outcomes. *J Hand Surg [Am].* 2010;35:332-41.
29. Witoonchart K, Leechavengvongs S, Uerpaiojkit C, Thuvasethakul P, Wongnopsuwan V. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part I: an anatomic feasibility study. *J Hand Surg [Am].* 2003;28:628-32.
30. Aszmann OC, Dellon AL. The internal topography of the axillary nerve: an anatomic and histologic study as it relates to microsurgery. *J Reconstr Microsurg.* 1996;12:359-63.
31. Gerber C, Blumenthal S, Curt A, Werner CM. Effect of selective experimental suprascapular nerve transection on abduction and external rotation strength of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:815-20.
32. Sunderland S. *Nerves and nerve injuries.* 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1978. p. 843-8.
33. McIlveen SJ, Duralde XA, D'Alessandro DF, Bigliani LU. Isolated nerve injuries about the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;306:54-63.
34. Visser CP, Coene LN, Brand R, Tavy DL. The incidence of nerve injury in anterior dislocations of the shoulder and its influence on functional recovery. A prospective clinical and EMG study. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:679-85.
35. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;214:160-4.
36. 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;390:244-51.