

Conceptos Actuales en la Cirugía de los Nervios Periféricos: ¿Cuándo se debe operar un nervio lesionado?

Socolovsky Mariano, Di Masi Gilda, Bonilla Gonzalo, Campero Alvaro, Basso Armando

Servicio de Neurocirugía, Instituto de Neurociencias, Hospital de Clínicas, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN

OBJETIVO

Uno de los factores más importantes en cuanto al pronóstico de recuperación de una lesión de un nervio periférico es el momento en el cual es reparado. El objetivo de este artículo es hacer hincapié en las indicaciones reales de la cirugía del trauma a los nervios periféricos en los miembros.

ESTUDIOS SELECCIONADOS

Son los citados en las referencias

SÍNTESIS DE LOS DATOS

Se analizan las clasificaciones actualmente empleadas, y se citan los diferentes mecanismos fisiopatológicos que provocan las lesiones. En base ellos, se establecen dos grandes grupos: lesiones cerradas y abiertas. Las primeras son las que generalmente requieren una conducta inicial expectante y una cirugía en diferido no antes de los tres meses de transcurrido el trauma. En cambio, las lesiones abiertas, cortantes o contusocortantes, se deben explorar en forma rápida para efectuar una reconstrucción cuando es factible, o limpiar y reparar los bordes del nervio seccionado cuando no es posible efectuar una reparación en forma directa. Las excepciones a estos principios de manejo, que son casos especiales, son citadas en este trabajo.

CONCLUSIONES

La indicación precisa del momento adecuado para reparar un nervio lesionado se basa en algunos simples principios de clasificación y fisiopatología del trauma a los nervios periféricos.

Palabras Clave:

Nervios periféricos-trauma neurológico-microcirugía-timing quirúrgico

ABSTRACT

OBJETIVO

One of the most critical factors related to the neurological deficit associated with peripheral nerve lesions is surgical

timing. The purpose of the present work is to determine actual indications of peripheral nerve trauma exploration and repair.

SELECTED ARTICLES

Are quoted at references.

OBTAINED DATA

Peripheral nerve lesions classification and physiopathology are throughoutly analysed. Two groups of injuries were established: open and closed peripheral nerve trauma. In the latter, conservative initial management and surgery after three or more months is the rule. Meanwhile, open lesions preclude acute exploration and reparation of the nerve gap when a direct suture is possible. If not, reparation of the nerve endings and clening of the injury site should be done. Exceptions to this principles are mentioned.

CONCLUSIONS

Timing of exploration and repair of peripheral nerve injuries are based on a few notions on classification and physiopathology of nerve trauma.

Key Words:

Peripheral nerve-neurological trauma-microsurgery-surgical timing

INTRODUCCION

Las lesiones agudas de los nervios periféricos son una complicación del trauma de las extremidades. En la población civil, afecta a cerca del 3% de los pacientes con politraumatismos (1,2), mientras que en época de guerra este porcentaje puede elevarse hasta el 10% (3,4,5). Dado que suele afectar a la población económicamente activa, su costo social no es nada despreciable (6).

Un adecuado manejo de estas lesiones da como resultado, en la mayor parte de los casos, una recuperación de la función perdida. Actualmente está



bien establecido el porcentaje de recuperación que posee cada nervio en particular en una población seleccionada, luego de ser sometido a una reconstrucción con injerto interpuesto de nervio sural. Tal es así, que los mejores resultados se consiguen al reconstruir los nervios radial y ciático poplíteo interno (entre 88% y 100% en las lesiones en antebrazo y rodilla respectivamente, y 66% a 54% en las que se presentan en axila, brazo y muslo), y en el otro extremo, el nervio ciático poplíteo externo (56,3% en lesiones distales, es decir rodilla, contra 13.8% en lesiones en glúteo y muslo) (7).

Ahora bien, para obtener los resultados mencionados arriba, el manejo de estas lesiones debe ser el adecuado. Uno de los factores más importantes en este aspecto es el momento en el que se efectúa la reconstrucción quirúrgica, es decir, el timing quirúrgico (8,9,10,11). Dado el hecho de que en muchas ocasiones la función perdida de los nervios retorna en forma espontánea, si la cirugía es realizada demasiado precozmente, estaremos incurriendo en una temeridad terapéutica, es decir, sometiendo al enfermo a una cirugía que no requiere. Por el otro lado, si actuamos demasiado tarde, le estaremos restando chances de recuperación, ya que el músculo que no recibe inervación se dirige irremediamente hacia la atrofia, y cuanto mayor sea el tiempo transcurrido desde la lesión hasta su reparación, mayor la atrofia y menores las posibilidades de éxito (12). En la práctica habitual, es mucho más frecuente encontrar el segundo caso (pacientes derivados en forma tardía) que el primero (13).

El objetivo de este trabajo es, mediante la información disponible en la literatura, precisar el momento adecuado en el que se deben intervenir las lesiones de los nervios periféricos. Expresamente no nos referiremos a las lesiones plexuales, las cuales entran dentro de una categoría distinta y serán fruto de una investigación ulterior.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la preparación del presente trabajo se ha realizado un profundo análisis de la bibliografía citada en las referencias, que constituye los conceptos fundamentales de la cirugía del trauma de los nervios periféricos.

Asimismo, se analizó la casuística personal de uno de los autores (MS), que constituye una serie de 318 procedimientos de cirugía de los nervios realizados entre junio 2002 y marzo 2007. Sin incluir a las cirugías de exploración y reconstrucción de plexo braquial, que si bien forman parte del trauma a los nervios fueron excluidos de este análisis debido a su diferente mecanismo y tratamiento con respecto al resto de las lesiones, se obtuvo un total de 86 cirugías por trauma a los nervios. La experiencia obtenida en estos casos fue volcada en la redacción del presente trabajo de revisión.

DISCUSION

PRIMER PASO: ¿CÓMO SE CLASIFICAN LAS LESIONES DE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS?

En 1943, un cirujano ortopedista inglés con gran experiencia en lesiones nerviosas obtenida durante la Primera Guerra Mundial en lesiones cortantes, y en la Segunda Guerra Mundial en lesiones por proyectiles de armas de fuego, describió la neurapraxia, axonotmesis y neurotmesis, tres grados ordenados en forma creciente de lesión nerviosa. Al día de hoy, la clasificación de este notable médico, Sir Herbert Seddon, es la más utilizada, ya que permite no sólo comprender la fisiopatología lesional, sino también establecer un probable pronóstico y sobre todo una conducta terapéutica adecuada (14,15,16).

La *neurapraxia* es un bloqueo en la conducción nerviosa a nivel local, sin lesión axonal y por lo tanto sin degeneración walleriana distal al sitio de lesión. Si uno tuviera la oportunidad de observar el nervio a simple vista no detectaría anomalía alguna, y si lo hiciera bajo microscopio tal vez se observaría una desmielinización focal. La función se recupera en forma rápida, como máximo en un par de semanas, y la *restitutio ad integrum* es la regla.

La *axonotmesis* es una lesión propia del axón, asociada a degeneración walleriana distal. El endoneuro y el perineuro están intactos, lo que garantiza una correcta guía del axón en regeneración hasta el extremo distal del sitio de lesión, siendo la velocidad de desplazamiento de las fibras la clásicamente descrita de 1 a 1,5 mm diarios (17,18). La recuperación de la función también es la regla en este tipo de lesión, aunque con una demora mayor a la neurapraxia, de hasta 6 meses.

La *neurotmesis* es el grado máximo de lesión, con sección completa del nervio, pérdida absoluta de la función, y ausencia de todo tipo de recuperación espontánea.

Posteriormente a Seddon, otro destacado cirujano de nervios, Sir Sydney Sunderland, estableció la clasificación que lleva su nombre, en la cual agrega dos tipos más de lesión a las tres de descritas anteriormente, llegando a un total de cinco categorías (19, 20), (tabla 1). Sunderland establece dos grados lesionales que se encuentran entre la axonotmesis (segundo grado) y la neurotmesis (quinto grado). El tercer grado de Sunderland es una lesión asociada del axón y el endoneuro, lo cual genera una recuperación como la de la axonotmesis, pero que no es completa, ya que algunos axones no logran atravesar la fibrosis en el sitio de la lesión. El cuarto grado es similar a la neurotmesis, sólo que el aspecto del nervio es en continuidad, ya que ambos extremos seccionados del nervio se hallan unidos por tejido conectivo cicatrizal,



pero no por tejido nervioso. En la práctica, distinguir entre segundo grado y el tercer grado de Sunderland es difícil antes del sexto mes (es decir, no siempre la recuperación completa se produce antes de dicho momento) y la diferencia entre cuarto y quinto grado sólo se hace durante la exploración quirúrgica, lo cual es en realidad poco útil desde el punto de vista del manejo de la lesión. En otras palabras, si bien la clasificación de Sunderland es probablemente más precisa que la de Seddon, en la práctica es mucho menos utilizada, ya que agrega complejidad sin asociar mayor utilidad en el manejo de esta patología.

Por último, Susan Mackinnon y Lee Dellon establecieron un sexto grado de lesión, en la cual coexisten varios o los cinco grados de Sunderland en forma irregular dentro del mismo nervio (21).

En resumen, concluiremos en este punto que la clasificación de tres grados de lesión establecida por Seddon, permite justificar una conducta expectante inicial en la mayor parte de las lesiones, aguardando la recuperación espontánea características de la neurapraxia y la axonotmesis (22). En el caso de que esta no se produjera, se interpreta el déficit como asociado a neurotmesis, y se indica la exploración y reconstrucción quirúrgica del nervio afectado. Las clasificaciones de Sunderland y Mackinnon no aportan, en nuestro entender, grandes diferencias terapéuticas respecto de la de Seddon.

SEGUNDO PASO: LESIONES CERRADAS VERSUS ABIERTAS

El establecimiento de la fisiopatología lesional es otro factor determinante en el abordaje de las lesiones de los nervios periféricos. Inicialmente, mediante el análisis del mecanismo de que provocó la lesión, debemos considerar si se trata de una injuria nerviosa abierta o cerrada, ya que, como veremos más adelante, la conducta varía en cada una de ellas (23) (tabla 2). Existen una serie bien establecida de noxas capaces de lesionar un nervio, a saber:

Las heridas por *arma blanca*, que son aquellas que poseen filo en alguno de sus bordes, son *abiertas*, y suelen asociarse con mayor frecuencia que las anteriores a sección nerviosa y por ende a neurotmesis. No sólo entendemos como arma blanca a un cuchillo, sino también a otros elementos tan diversos como una hélice, una piedra filosa, un trozo de vidrio, una pala, etcétera. Este tipo de lesiones suelen ser cortantes (cuando poseen bordes limpiamente seccionados) o contuso-cortantes (cuando poseen desgarros y ruptura de los tejidos).

Las heridas por *proyector de arma de fuego*, que si bien son penetrantes se consideran cerradas ya que no hay apertura y exposición tisular, poseen gran energía

cinética, generan calor cerca del nervio, y muchas veces se asocian a recuperación espontánea. Esto ocurre porque el proyectil no siempre atraviesa el tejido nervioso, sino que lo calienta o traumatiza indirectamente, provocando neurapraxia o más frecuentemente axonotmesis (4,5,24,25,26).

Las *fracturas* de huesos largos provocan lesiones cerradas en los nervios adyacentes. Típico es el caso de la fractura de húmero asociada a parálisis radial. Generalmente son neurapraxias o axonotmesis, y debemos esperar la recuperación espontánea antes de proceder a la exploración (27,28).

Las lesiones por *estiramiento* de un nervio son también cerradas. Las avulsiones de plexo braquial (que en forma expresa no abordaremos en este trabajo), o las lesiones del nervio ciático poplíteo externo asociadas a luxaciones graves de rodilla con ruptura de ambos ligamentos cruzados y del ligamento lateral externo, son casos frecuentes de este tipo de injuria. La conducta inicial suele ser expectante, hasta que la falta de recuperación justifica la exploración y eventual reparación del nervio.

La *isquemia aguda* es la presión excesiva sostenida durante horas sobre un nervio adyacente a una estructura ósea o ligamentaria dura. El caso clásicamente citado en la literatura es la llamada "parálisis del sábado por la noche", en la que un individuo, probablemente bajo efectos de alcohol o drogas, permanece durante el sueño con la cabeza apoyada sobre su mano en extrema flexión. El nervio sufre entonces una isquemia aguda, de la cual raramente no se recupera en forma espontánea, constituyendo entonces una neurapraxia o a lo sumo una axonotmesis. La aplicación de *inyecciones* dentro de un nervio es un tipo de lesión iatrogénica (29,30). El grado de afectación nerviosa dependerá mayormente de la cantidad de líquido inyectada y del vehículo en el que está diluido el principio activo. Son especialmente graves las inyecciones de sustancias oleosas dentro del nervio ciático a nivel de la región glútea.

Por último, hay un grupo de mecanismos de lesión más indirectos, como el *calor*, la *radiación* o la *electricidad*, que también siendo cerrados se asocian a una lesión nerviosa más difusa, generalmente con afectación extensa, y que también requieren una conducta inicial expectante (8,21).

LESIONES ABIERTAS: NO ESPEREMOS DEMASIADO

Ante la presencia de una herida abierta en un miembro que afecte la función de un nervio periférico, la opción ideal es la exploración de la zona y la reparación del nervio afectado. Ahora bien, para que sus resultados sean comparables o mejores a los de una reparación en diferido, esta tarea debe ser efectuada con adecuada



técnica quirúrgica. Ello implica magnificación con microscopio, empleo de sutura de nylon 9.0 o 10.0 de calibre, y adecuada técnica de sutura epineural con instrumental de microcirugía (31,32,33,34,35,36). En el caso de no contarse en el momento agudo con instrumental y microscopio, se deben dejar reparados ambos cabos nerviosos y diferir la reparación unos días, hasta contar con las mejores condiciones. Cualquier intento de sutura nerviosa que no sea efectuada en forma adecuada redundará en trauma innecesario a los cabos nerviosos, mayor fibrosis en el sitio de unión, y peores resultados funcionales a largo plazo (21). Es en ese sentido mejor aguardar unos pocos días, a lo sumo semanas, y efectuar una buena reparación, que hacerla en malas condiciones en el momento. Una situación repetida es aquella que se presenta en un paciente al cual le han efectuado una sutura en agudo sin técnica microquirúrgica, que no tiene signos de recuperación de la fuerza o la sensibilidad a los 6 u 8 meses de efectuada la misma, y en la cual existe la duda sobre si la falta de recuperación se debe a que no ha transcurrido el tiempo adecuado, o al fracaso de la sutura misma. Esto generará una atrofia del músculo denervado que puede tener consecuencias irreversibles.

Cuando en la exploración en agudo se observa pérdida de sustancia nerviosa, se debe reparar el intervalo con injerto interpuesto de nervio sural. Esto podría teóricamente ser efectuado en ese momento, pero en verdad es difícil determinar con precisión suficiente la extensión de la lesión a lo largo del nervio, y por ende se recomienda diferir la reparación con injerto dos o tres semanas, previo reparo de los cabos nerviosos. Debemos recordar que los injertos suelen retraerse un 20% de su longitud inicial. La indicación actual de reparación primaria (en agudo) con injerto de nervio sural es prácticamente inexistente en la actualidad (8, 21).

En la práctica habitual, en las heridas profundas de los miembros, ocurre que en muchos casos se realiza una limpieza de la herida y un cierre de los planos sin exploración y mucho menos reparación del nervio. El paciente suele consultar con el déficit instalado sin mejoría, y una herida cortante completamente cicatrizada de semanas o meses de evolución. Esta lesión nerviosa sería incorrectamente manejada si se considerase como cerrada y se aguardara la recuperación espontánea entre 3 y 6 meses característica de la axonotmesis. Existe consenso actual en la literatura en el sentido de no diferir la cirugía de exploración y reconstrucción. La mayor parte de las heridas cortantes implican una sección neurotómica del nervio (dudosamente el diagnóstico sea de axonotmesis, ya que es poco probable que la reparación de una herida cortante no requiera una sutura nerviosa). El tiempo ideal para la reparación de este tipo de lesiones abiertas, ya cerradas y cicatrizadas, es de alrededor de un mes desde el traumatismo, lo suficiente como para definir bien los cabos proximal y distal en el caso de que sea necesaria

una sutura con injerto(6,21)

En conclusión, respecto a las heridas abiertas que afectan a un nervio, podemos establecer que la mejor terapéutica es la exploración precoz y la reparación directa con técnica microquirúrgica adecuada. Si hay pérdida de sustancia nerviosa que impida una sutura termino-terminal, se difiere dos a tres semanas la reparación con injerto de nervio sural. Si la herida no fue explorada en agudo, o si no se contaban en ese momento con los elementos adecuados para reparar el nervio, debe realizar la cirugía a partir de las tres semanas de transcurrido el trauma, lo antes posible.

LESIONES CERRADAS: ESPERAR SIN DESESPERAR

El manejo diferido es la regla en las lesiones cerradas de los nervios: no existe en ellas prácticamente ninguna indicación de exploración primaria en agudo (más adelante se mencionarán algunas excepciones). Habitualmente la espera es de tres meses, tiempo en el cual se debe realizar un seguimiento cercano del paciente y su déficit mediante la evolución clínica y electromiogramas seriados. Este último estudio nunca debe pedirse antes de las tres semanas, y desde ese momento, de acuerdo a la evolución, se podrán repetir cada uno o dos meses. Si habiendo transcurrido tres meses de la lesión no se observa ningún tipo de mejoría sensitiva o motora, se indica la cirugía.

Ya durante la exploración, en ocasiones se observa que el nervio no se encuentra seccionado. Si este es el caso, el monitoreo neurofisiológico con Potenciales de Acción de Nervio (PAN) adquieren una relevancia elevada, ya que permiten determinar en el intraoperatorio si la lesión no conduce y por ende se debe realizar su resección y reemplazo por injerto de sural; o por el contrario, si conduce PAN sólo será suficiente con una neurolisis (6, 36).

Si la mejoría se presenta en forma espontánea al cabo de tres meses, pero no es sostenida en el tiempo, o si es parcial a los seis meses, igualmente se debe explorar el nervio. En estos casos de retorno parcial de la función, una neurolisis suele ser suficiente como tratamiento quirúrgico, y los PAN no poseen tanta importancia como la mencionada anteriormente. Esto se debe a que prácticamente queda descartada la posibilidad de tener que seccionar el nervio y reemplazarlo por injerto, atento a que al menos parcialmente el impulso se conduce a través de la lesión, lo cual explica la mejoría clínica del paciente antes de la cirugía.

LA EXCEPCIÓN A LA REGLA: LESIONES CERRADAS EN LAS QUE NO SE DEBE ESPERAR

Existen dos situaciones en las cuales las lesiones cerradas de los nervios se exploran antes de transcurridos los tres meses.

La primera es cuando un nervio lesionado se encuentra en la zona en la que se llevará a cabo una cirugía por otra causa. Típico caso es aquel en el cual un cirujano



vascular debe intervenir una arteria o vena lesionada adyacente a un nervio (37). Otro caso frecuente es cuando un cirujano ortopeda debe realizar una reparación ósea abierta, por ejemplo colocar una placa en el húmero, exponiendo el nervio radial en las cercanías(26,38). En ambos procedimientos, un cirujano habituado al manejo de lesiones en los nervios presente en la cirugía, evitará que el paciente deba ser sometido a un nuevo procedimiento más tardíamente, para reparar un nervio seccionado o comprimido.

La segunda es situación en la cual no se debe respetar la exploración diferida de las lesiones cerradas es cuando el nervio afectado se encuentra en un compartimento no distensible de un miembro, que pueda ser afectado por compresión asociada a edema. Por ejemplo, un nervio mediano "aprisionado" en el compartimento anterior del antebrazo, o un ciático poplíteo externo en la cabeza del peroné, ameritan un diagnóstico cuidadoso de la causa de la compresión y una eventual cirugía descompresiva en agudo si así es requerido. Los neurocirujanos, habituados a las descompresiones cerebrales y medulares rápidas, comprenden bien la importancia de evitar la isquemia del tejido nervioso cuando está sometido a presiones más altas que la arterial. Fuera de estas dos situaciones diferentes, las lesiones traumáticas cerradas de los nervios deben aguardar su tiempo correcto de exploración, que nunca es antes de los tres meses del trauma que las generó.

CONCLUSIONES

Las lesiones de los nervios periféricos suponen un déficit funcional del miembro afectado que puede ser revertido si se tratan en forma adecuada.

El momento en el que se opera una lesión, sumado al empleo de la técnica de reconstrucción microquirúrgica cuidadosa, son los factores más importantes en el resultado final del tratamiento.

Las lesiones abiertas con afectación nerviosa deben considerarse quirúrgicas en el corto plazo. Las lesiones cerradas suelen, salvo dos excepciones descritas en el texto, explorarse a partir de los tres meses, y hasta los seis meses del trauma.

Es un hecho frecuente en la práctica, observar lesiones que han perdido su tiempo de reparación ideal, lo cual conduce a secuelas permanentes. Es importante destacar que estas dilaciones no se ven tanto dentro de la comunidad neuroquirúrgica, aunque sí en otras especialidades que "descreen" de la utilidad de las reparaciones rápidas, o consideran que una neurografía puede ser efectuada sin el instrumental o la magnificación adecuadas.

Es de esperar que en el futuro todo nervio lesionado en forma traumática sea referido rápidamente a quienes se encuentren habituados al tratamiento de este tipo de lesiones. Ello redundará indudablemente en mejores resultados funcionales en los pacientes que sufren estas lesiones.

Grado de lesión de Sunderland	Grado de lesion de Seddon
1	Neurapraxia
2	Axonotmesis
3	X
4	X
5	Neurotmesis

Tabla 1

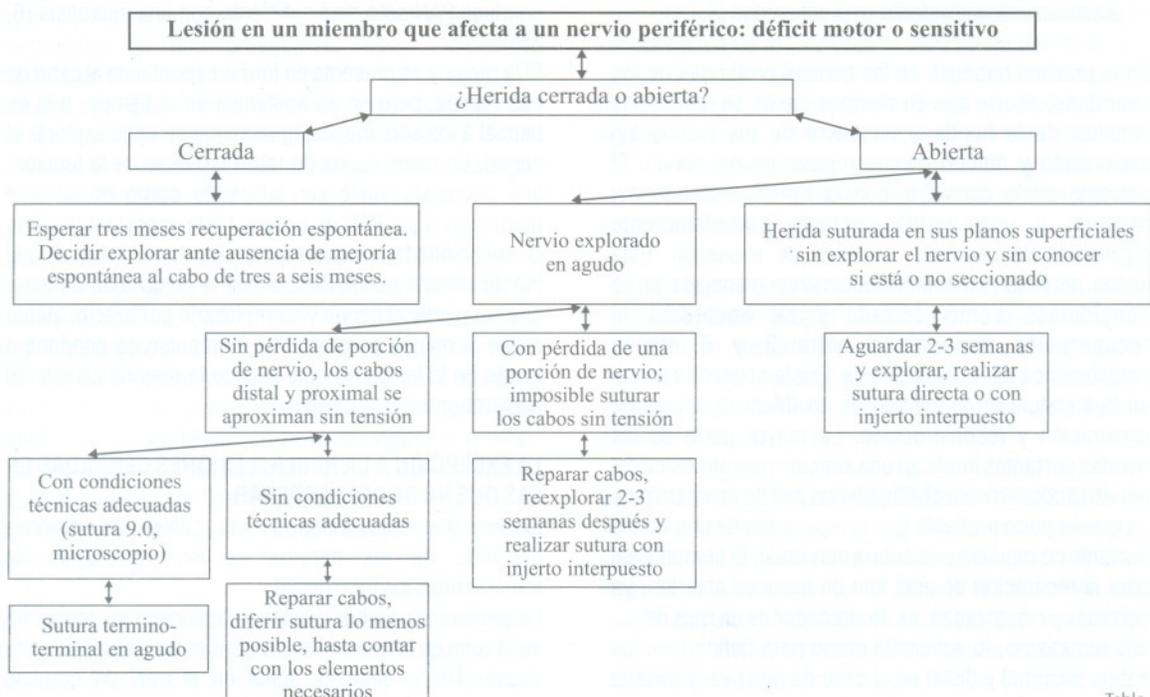


Tabla 2



BIBLIOGRAFIA

1. Nicholson OR, Seddon HJ. Nerve Repair in Civil Practice: Results of Treatment of Median and Ulnar Nerve Lesions. *Br J Med* 1957; 2:1065-71
2. Noble J, Munro CA, Prasad VS, Midha R. Análisis de Upper and Lower extremity Peripheral Nerve Injuries in a Population of Patients with Multiple Injuries. *J Trauma* 1998; 45: 116-122
3. Roganovic Z, Savic M, Minic LJ, Antic B, Tadic R, Antonio JA et al. Peripheral Nerve Injuries during the 1991-1993 War Period. *Vojnosanit Pregl* 1995; 52: 455-60
4. Deitch Ea, Grimes WR. Experience with 112 Shotgun Wounds of the Extremities. *J Trauma* 1984; 24: 600-603
5. Grossman MD, Reilly P, McMahan D, Kauder D, Schwab CW. Gunshot Wounds Below the Popliteal Fossa: A Contemporary Review. *Am Surg* 1999; 65:360-5
6. Kline DG, Hudson AR. Nerve Injuries: Operative Results for Major Nerve Injuries, Entrapments and Tumors. Philadelphia, WB Saunders, 1995
7. Roganovic Z, Pavlicevic G. Difference in Recovery Potential of Peripheral Nerves after Graft Repairs. *Neurosurgery* 2006; 59(3):621-633
8. Kline D. Physiological and Clinical Factors Contributing to Timing of Nerve Repair. *Clin Neurosurg* 1977; 24: 425-55
9. Brown PW. the Time Factor in Surgery of Upper Extremity Peripheral Nerve Injury. *Clin Orthop* 1970; 68: 14-21
10. Hubbard JH. The Quality of Nerve Regeneration: Factors Independent of the most Skillfull Repair. *Surg Clin N Am* 1972; 52: 1099-1108
11. Smith JW. Factors Influencing Nerve Repair: II-Collateral Circulation of Peripheral Nerves. *Arch Syrg* 1966; 93:433-6
12. Sunderland S, Ray L. Denervation Changes in Muscle. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1950; 13: 159-77
13. Kline DG. Nerve Surgery as it is now and as it may be. *Neurosurgery* 2000; 46:1285-93
14. Seddon H. Three Types of Nerve Injury. *Brain* 1943; 66:237
15. Seddon HJ. Nerve Grafting. *J Bone Joint Surg* 1963; 45: 447-61
16. Seddon HJ. Surgical Disorders of the Peripheral Nerves. Churchill Livingstone. Londres, 1975
17. Seddon HJ, Medawar PB, Smiths H. Rate of Regeneration of Peripheral Nerves in Man. *J Physiol (Lond)* 1943 102: 191-201
18. Sunderland S. Rate of Regeneration of I:sensory nerve fibers and II: motor fibers. *Arch Neurol Psychiatry* 1947; 14: 251-6
19. Sunderland S. Nerve and Nerve Injuries. Edinburgo, Churchill Livingstone, 1968
20. Sunderland S. Nerve injuries and their repair: A critical appraisal. Churchill Livingstone, England, 1991.
21. Mackinnon S, Lee Dellon A. Surgery of the Peripheral Nerve. Nueva York, Thieme Medical Publishers, 1988
22. Millesi H. Terzis JK: Nomenclature in Peripheral Nerve Surgery. *Clin Plast Surg* 1984; 11: 3-8
23. Jungberg G, Domenech V, Estefan G, Socolovsky M. Guia para el Manejo de las Lesiones Traumáticas de los Nervios Periféricos. *Rev Arg Neurocir* 2005; 19: 255-6
24. Katzman BM, Bozentka DJ. Peripheral Nerve Injuries Secondary to Missiles. *Hand Clin* 1999; 15:233-44
25. White JC. Timing of Nerve Suture after Gunshot Wound. *Surgery* 1960; 48: 946-51
26. Socolovsky M, Zaninovich R, Campero A, Goland J, Carrizo A, Basso A. Management of Civilian Nerve Injuries caused by Low Caliber Weapons. Actas del 53º Annual Meeting of the Congress of Neurological Surgeons, Denver, Colorado, USA (Octubre 2003)
27. Alnot J, Osman N, Masmajejan E, Wodecki P. Lesions of the Radial Nerve in Fractures of the Humeral Diaphysis: Apropos of 62 Cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000; 86: 143-150
28. Socolovsky M, Di Masi G, Clar F, Torino R, Carrizo A. Fracturas de los Miembros Asociadas a Lesiones de los Nervios Periféricos: Aspectos Quirúrgicos. Actas del XXXII Congreso Latinoamericano de Neurocirugía y 39º Congreso Argentino de Neurocirugía, Buenos Aires, Argentina (Octubre 2006)
29. Kretschmer T, Antoniades G, Braun V, Rath SA, Richter HP. Evaluation of Iatrogenic Lesions in 722 Surgically Treated Cases of Peripheral Nerve Trauma. *J Neurosurg* 2001; 94:905-12
30. Socolovsky M, Zaninovich R, Campero A, Battaglia D, Gonzalez Abbati S, Holguin J, Basso A, Carrizo A. Peripheral Nerve Reconstruction after Iatrogenically Induced Lesions. Actas del 34º AANS Annual Meeting, Orlando, Florida, USA (Mayo 2004)
31. Millesi H. Microsurgery of the Peripheral Nerves. *Hand* 1973; 5: 157-60
32. Millesi H. Nerve Grafts: Indications, Technique and Prognosis. En Omer, GE Spinner M: Management of Peripheral Nerve Problems. Filadelfia, WB Saunders, 1980
33. Millesi H. Reappraisal of Nerve Repair. *Surg Clin N Am* 1981; 61:321-40
34. Sunderland S. The anatomic foundation of peripheral nerve repair techniques. *Orthop Clin North Am.* 1981 Apr; 12(2):245-66
35. Harris M, Tindall S. Techniques of Peripheral Nerve Repair. *Neurosurg Clin N Am* 1991; 2: 93-104
36. Kline DG, Hudson A, Kim D. Atlas of Peripheral Nerve Surgery. Filadelfia: WB Saunders Co, 2001
37. Manord JD, Garrard CL, Kline DG, Sternbergh WC 3rd, Money SR. Management of severe proximal vascular and neural injury of the upper extremity. *J Vasc Surg.* 1998 Jan; 27(1):43-7
38. Amillo S, Barrios RH, Martinez-Peric R, Losada JI. Surgical Treatment of the Radial Nerve Lesions Associated with Fractures of the Humerus. *J Orthop Trauma* 1993; 7:211-5

**“El progreso de la medicina nos depara
el fin de aquella época liberal en la que el hombre
aún podía morir de lo que quería”**