

CONCEPTOS ACTUALES EN LA CIRUGÍA DE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS

PARTE III: ¿CUANDO SE DEBE OPERAR UN NERVIIO LESIONADO?

Autores: Socolovsky Mariano, Di Masi Gilda, Campero Alvaro

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

Dirección: Av Córdoba 2351, Piso 9, Capital Federal

Tel/Fax: 4706-0954 o 156-588-1565

E-mail: socolovsky@ciudad.com.ar

Nota: no existe conflicto de intereses referente a la realización, reproducción o publicación del presente trabajo.

Resumen:

Objetivo: Uno de los factores más importantes que determina el pronóstico de recuperación de una lesión de nervio periférico es el momento en el ésta cual es reparada. El objetivo de este trabajo es determinar el intervalo correcto que debe transcurrir desde que se produce una lesión hasta se aborda quirúrgicamente.

Estudios seleccionados: Son los citados en las referencias

Síntesis de los datos: Se describen 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 contuso-cortantes, 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 directa sin injerto interpuesto en agudo. Existen algunas excepciones a estos principios de manejo, que también son analizadas en esta presentación.

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:

Objective: In Peripheral nerve lesions, one of the most critical factors regarding the final functional outcome 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 in the references

Obtained data: Peripheral nerve lesions clasification and physiopathology are throughoutly analysed. Two groups of injuries were established: open and closed peripheral nerve trauma. In the latter, conservative inicial 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 posible. 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 clasification and physiopathology of nerve trauma.

Key words: peripheral nerve-neurological trauma-microsurgery-surgical timing

Introducción

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 muchos casos, el restablecimiento 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 reparar 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 los peores con el nervio ciático poplíteo externo (56,3% en lesiones distales, es decir rodilla, y sólo 13.8% en lesiones en glúteo y muslo) (7).

Ahora bien, uno de los factores más importantes para obtener estos resultados 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 análisis de la bibliografía citada en las referencias. Asimismo, se estudió 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 obtuvieron 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.

Discusión

Primer paso: ¿Cómo se clasifican las lesiones de los nervios periféricos?

En 1943, un cirujano ortopedista inglés con gran experiencia en lesiones nerviosas abiertas (por arma blanca) obtenida durante la Primera Guerra Mundial, y en lesiones por proyectiles de armas de fuego durante la Segunda Guerra Mundial, 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 en el mundo, 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 afectación axonal y por lo tanto sin degeneración walleriana distal. 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 penineuro 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.

Unos pocos años después, otro destacado cirujano, Sir Sydney Sunderland, estableció la clasificación que lleva su nombre, en la cual agrega dos grados más a los tres descritos anteriormente, colocándolos entre la axonotmesis y la neurotmesis de Seddon (19, 20), (tabla 1). 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 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 clínicamente entre segundo 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 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 análisis de la fisiopatología lesional es fundamental, y podemos abocarnos a ella una vez comprendido el punto anterior referente a la clasificación del trauma a los nervios. Debemos establecer 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 conocida 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 *proyectil 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 las 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 más conocido 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 con afectación de la función de un nervio periférico, la opción ideal es la exploración de la zona y la reparación del nervio en agudo, en la guardia y antes de cerrar la herida en forma primaria. No obstante, esto sólo es posible en aquellas heridas cortantes no desgarradas, generadas por un objeto de mucho filo (por ejemplo, un cuchillo). La sección limpia de un nervio permite un afronte correcto y una sutura sin tensión del tipo termino-terminal. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las heridas cortantes se asocian a una contusión y desgarro de los tejidos, incluyendo a los extremos nerviosos seccionados. Esto impide la neurografía en agudo y determina que el cirujano deba dejar reparados en el campo quirúrgico ambos cabos nerviosos, para encontrarlos luego fácilmente, y diferir la sutura nerviosa unas dos o tres semanas, de manera de permitir que los extremos a unir no estén inflamados y se puedan suturar sin temor a que sufran retracciones fibróticas tardías(8, 21). Por esta misma razón, nunca se debe realizar una neurografía con injerto interpuesto de nervio sural en forma primaria y en agudo (8,21).

Otro factor importante a tener en cuenta si se decide realizar una reparación primaria termino-terminal en agudo en la guardia, y para que sus resultados sean superiores a los de una reparación en diferido, esta tarea debe ser efectuada con adecuada técnica quirúrgica. Ello implica empleo de magnificación con microscopio, sutura de nylon 9.0 o 10.0 de calibre, y correcta técnica de sutura epineural con instrumental de microcirugía (31,32,33,34,35,36). En el caso de no contarse en ese momento con instrumental y microscopio, se deben dejar reparados ambos cabos nerviosos y diferir la reparación hasta contar con las mejores condiciones. Cualquier intento de sutura nerviosa que no sea efectuado en la forma indicada redundará en trauma innecesario a los cabos nerviosos, mayor fibrosis en el sitio de unión, y peores resultados funcionales a largo plazo

(21). Es mejor aguardar unos pocos días, a lo sumo semanas, y efectuar una buena reparación, que hacerla en malas condiciones en el momento agudo. Una situación repetida es aquella que se presenta en un paciente al cual le han efectuado una sutura en la emergencia sin la técnica microquirúrgica correcta, 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 necesario, o al fracaso de la sutura misma. Esta duda redundará muchas veces en demora en reexplorar el nervio, lo cual a su vez conlleva mayor atrofia muscular y peores resultados finales.

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 excesivamente la cirugía de exploración y reconstrucción en las heridas abiertas, ya que en su mayoría se asocian a 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 que los cabos proximal y distal no estén inflamados y sea posible realizar una sutura termino-terminal o con injerto, de acuerdo a lo que sea necesario para evitar la tensión en el sitio de la neurorrafia (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 o sin 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 para determinar la conducta intraoperatoria. 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 ortopedista 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 debería estar presente en la cirugía, con lo cual se 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 compartimiento no distensible de un miembro, que pueda ser afectado por compresión asociada a edema. Por ejemplo, un nervio mediano “aprisionado” en el compartimiento 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 descritas, 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. Un hecho frecuentemente observado en la práctica es la evaluación de lesiones nerviosas 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 neurorrafia puede ser efectuada sin el instrumental o la magnificación adecuadas. Es deseable 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 en mejores resultados funcionales en los pacientes que sufren estas lesiones.

Referencias

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 of 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. Guía 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 53° Annual Meeting of the Congress of Neurological Surgeons, Denver, Colorado, USA (Octubre 2003)
27. Alnot J, Osman N, Masméjean 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 39° Congreso Argentino de Neurocirugía, Buenos Aires, Argentina (Octubre 2006)
29. Kretchmer 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 34° 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

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

Tabla 1

Lesión en un miembro que afecta a un nervio periférico: déficit motor o sensitivo

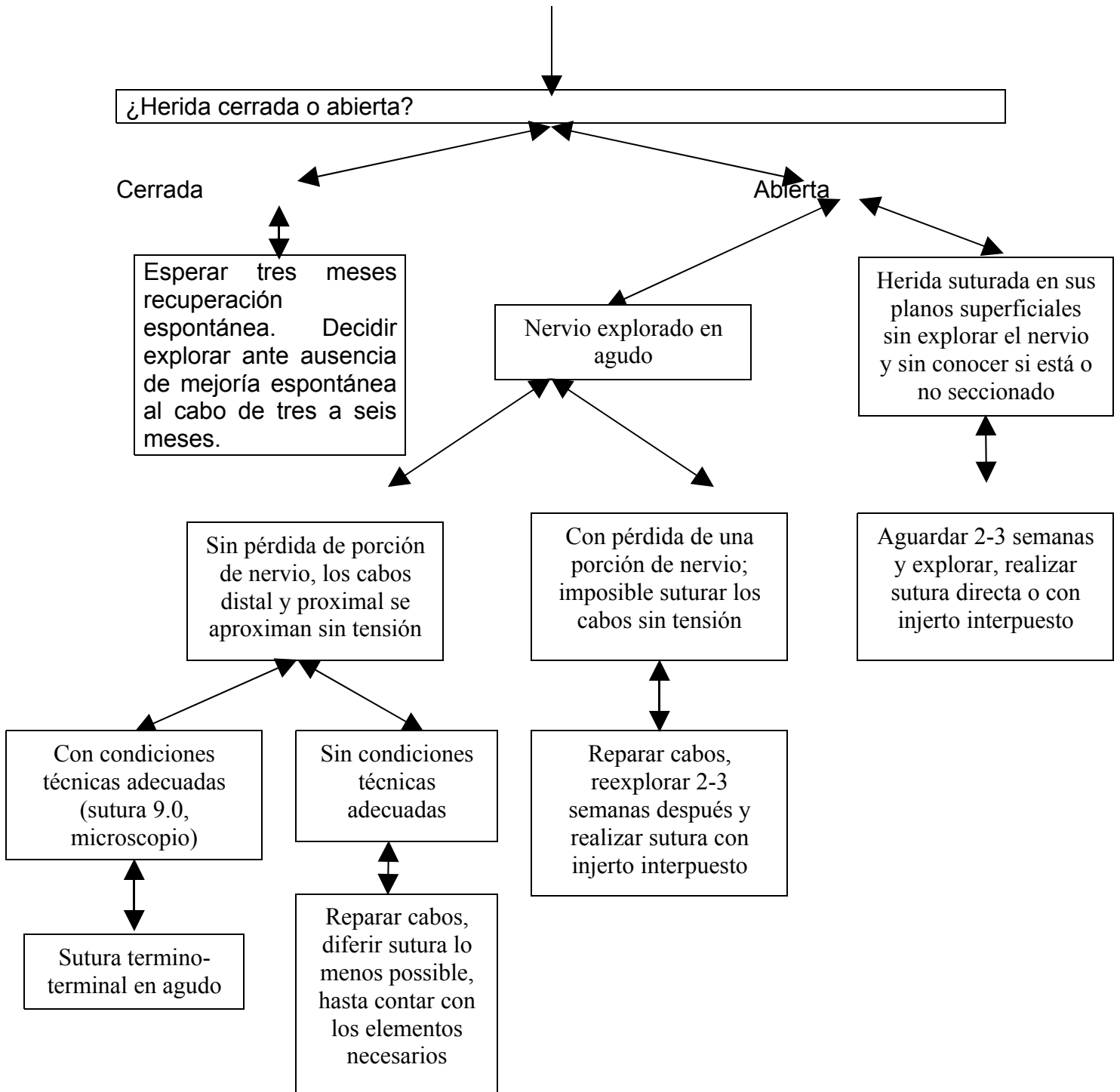


Tabla 2