



Trabajo Original

Facultad de Ciencias Médica Dr. Faustino Pérez Hernández. Sancti-Spíritus

Comportamiento del injerto en cable para el tratamiento de las lesiones de nervios periféricos en los miembros superiores

Behavior of wire graft for the treatment of peripheral nerve injuries in the upper limbs

Jorge Reinier Cruz Alfonso¹, Yusleidis Arguija Rodríguez², Kurtley Gervin Hestick³, Dr. Ernesto Pérez Guerra⁴, Dr. Dani Pérez Castillo⁵, Dr. Lázaro Acosta Marrero⁶, Dr. Justo José Ordoñez García⁷

Estudiante de 4to año de Medicina. Facultad de Ciencias Médica Dr. Faustino Pérez Hernández. Sancti-Spíritus. Cuba.¹

Estudiante de 3er año de Medicina. Facultad de Ciencias Médica Dr. Faustino Pérez Hernández. Sancti-Spíritus. Cuba.²

Estudiante de 3er año de Medicina. Facultad de Ciencias Médica Dr. Faustino Pérez Hernández. Sancti-Spíritus. Cuba.³

Especialista de 1er grado en Ortopedia y Traumatología. Profesor instructor. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos de Sancti Spiritus.⁴

Especialista de 1er grado en Ortopedia y Traumatología. Profesor instructor. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos de Sancti Spiritus.⁵

Especialista de 1er grado en Ortopedia y Traumatología. Profesor instructor. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos de Sancti Spiritus.⁶

Especialista de primer grado en ortopedia y traumatología. Profesor Asistente.⁷

RESUMEN

Introducción: se realizó un estudio observacional descriptivo retrospectivo. **Objetivo:** describir el comportamiento de la aplicación de injerto en cable en el tratamiento de las lesiones de los nervios periféricos en los miembros superiores, de pacientes atendidos por esta afección en el servicio de ortopedia y traumatología del Hospital Universitario Camilo Cienfuegos de Sancti Spiritus en el período entre el 1ro de septiembre del 2001 y el 31 de enero del 2007. **Metodología:** la población y la muestra fueron 19 pacientes que sufrieron lesión de los nervios en los miembros superiores. Las variables: edad, sexo, nervio afectado, nivel de la lesión, mecanismo de producción, lesiones asociadas a esta afección, tiempo transcurrido desde ocurrida la lesión hasta el injerto, longitud del injerto, complicaciones aparecidas en el período postoperatorio y resultados funcionales. Los datos obtenidos mediante encuesta, procesados y vertidos en tablas de contingencia. **Resultados:** fueron más afectados hombres entre 21 y 30 años, así como los nervios cubital y mediano, en la mayoría la herida nítida y la sección del sistema músculo tendinoso la más asociada. **Conclusiones:** el injerto en cable mostró un comportamiento favorable, con escasas complicaciones postquirúrgicas, se encontraron resultados funcionales que clasificaron en su mayoría como muy buenos y buenos.

DeCS: TRAUMATISMOS DE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS TRASPLANTE EXTREMIDAD SUPERIOR /lesiones NERVIO CUBITAL /lesiones

Palabras clave: traumatismos de los nervios periféricos, trasplante, extremidad superior, lesiones nervio cubital

SUMMARY

Introduction: a retrospective descriptive study was made. **Objective:** to describe the application behavior of the cord graft in the treatment of injuries of peripheral nerves in the upper limbs of patients treated for this condition in Camilo Cienfuegos University Hospital service of orthopedics and traumatology in Sancti Spiritus from September 1st, 2001 to January 31st, 2007. **Methodology:** the population and the sample were 19 patients who suffered nerve damage in the upper limbs. **Variables:** age, sex, affected nerve, level of injury, mechanism of production associated with this condition, time since the injury to the graft, graft length, complications arising postoperative stage and functional outcomes. The survey data obtained, processed and discharged in contingency tables. **Results:** men were more affected between 21 and 30 years as well as the ulnar and median nerves; in most of these cases clear wound and section muscle tendon system were the most associated injuries. **Conclusions:** cable graft showed a favorable behavior, with few postoperative complications, functional results that classified as very good and good results were found.

MeSH: PERIPHERAL NERVE INJURIES TRANSPLANTATION UPPER EXTREMITY /injuries
ULNAR NERVE /injuries

Keywords: peripheral nerve injuries, transplantation, upper extremity, injuries, ulnar nerve

INTRODUCCIÓN

Hasta finales del siglo XVIII se creía que los nervios no se regeneraban. A lo largo del siglo XIX se desarrolló el debate sobre la regeneración nerviosa. Los Monogenistas, apoyados por Waller, defendían el hecho que tras una sección de un nervio, los axones del segmento proximal seguían conectados al cuerpo neuronal y por ello permanecían viables y los del segmento distal degeneraban. Los Poligenistas por el contrario creían que eran los axones distales los que permanecían y posteriormente se reanastomosaban con el segmento proximal^{1,2}.

La historia del injerto de nervios es la de un doloroso progreso y lenta aceptación. En teoría la idea es relativamente simple: insertar un tramo de nervio y puentear una distancia entre extremos nerviosos de otra manera imposible de manejar. La brecha medible puede de hecho ser resultado de una combinación de factores: verdadera pérdida de sustancia nerviosa, retracción de los extremos del nervio y la formación de neuromas^{1,3}.

En la literatura de principios del siglo XX existen informes que muestran el uso de injertos donde se comunican algunos éxitos. En retrospectiva la cantidad de casos es escasa y su confiabilidad baja. No obstante el injerto de nervio quedó en el repertorio de los cirujanos y fue propuesto por Bunnell y sus contemporáneos, Seddon le dió una base científica y lo propuso, escribiendo de manera realista sobre ellos.

Bunnell es considerado el padre de la cirugía de la mano y a él se le atribuye el haber acuñado con el nombre de cableinjerto y usó esta técnica en lugar del injerto de nervio completo de igual tamaño. Cableinjerto era la técnica mediante la cual se ponían paralelamente uno junto al otro nervios de distintas longitudes y se les mantenían unidos en los extremos por medios de suturas individuales para que se aproximaran al diámetro del nervio al que se injerta.

Sin embargo no se intentaba alinear los fascículos, pues a principios del siglo XX no se apreciaba la importancia que tiene la alineación fascicular, por lo que esta técnica en la actualidad no se usa como se describía originalmente^{1,3-5}.

El ímpetu por estudiar y aplicar injertos de nervios es evidente pues los cirujanos comprendieron que debía existir una alternativa mejor que la movilización en longitud de los extremos nerviosos (con probable desvascularización) en ambas direcciones, translocación a sitios extraanatómicos y flexión extrema de las articulaciones. Algunos informes de la literatura sobre superación de brechas en los nervios describen en detalles esas técnicas. En esas descripciones está notablemente ausente toda alusión a los injertos de nervio. Probablemente existan varias razones para esto, la accesibilidad a nervios donantes y los resultados mediocres.

Todo nervio periférico está constituido por fibras nerviosas agrupadas en fascículos (funículos). Cada fascículo está compuesto predominantemente por fibras nerviosas motoras, sensitivas o simpáticas, aunque todas ellas pueden estar contenidas en un fascículo.

Cada fibra nerviosa (axón) está rodeada por una lámina de tejido conectivo denominada endoneuro cuya función es la protección y nutrición de los axones. Los fascículos se hayan rodeados uno por uno por una lámina de tejido conectivo definida como perineuro y que contribuye a la fuerza tensil del nervio. Los grupos fasciculares se agrupan por tejido areolar laxo denominado epineuro que los nutre y protege.

El aporte vascular lo constituye un plexo vascular complejo, compuesto por dos sistemas arteriales uno extrínseco y otro intrínseco anastomosados entre sí. El sistema extrínseco se localiza en la superficie del nervio manteniendo una posición relativamente constante a lo largo de toda la longitud del nervio, aportando de forma mesoneural un número de arterias nutricias que varían en tamaño y número y penetran en el nervio a intervalos irregulares.

Un nervio periférico seccionado puede ser separado de su lecho y mesoneuro aproximadamente 8 cm distal o proximal a la última rama mesoneural sin presentar isquemia su segmento proximal (Smith, 1966), sin seccionar se puede llegar hasta los 16 cm, una longitud mayor implicaría una desvascularización y un comportamiento como un injerto nervioso⁴⁻⁶.

La clasificación de las lesiones nerviosas ha sido establecida por Seddon en 1943, ampliada por Sunderland en 1951 y mejorada por Mackinnon. Seddon clasifica las lesiones nerviosas en tres grandes grupos: neuroapraxia, axonotmesis y neurotmesis^{1,6,7}.

- Neuroapraxia: se define por un bloqueo de conducción local, con parálisis, en ausencia de degeneración Walleriana distal presentando una recuperación funcional completa (días o semanas). Macroscópicamente el nervio no presenta lesiones, histológicamente aparecen segmentos desmielinizados. Al no existir lesión axonal no existe regeneración y con ello tampoco existe signo de Tinel a nivel de la lesión.
- Axonotmesis: se define por una discontinuidad axonal y una degeneración Waleriana distal y una regeneración axonal proximal. Tanto el peri como el endoneuro permanecen intactos. La recuperación nerviosa será de 1,5 mm por día.
- Neurotmesis: es la lesión nerviosa más severa, equivalente a una disrupción fisiológica del nervio completa, pudiendo o no existir una sección nerviosa en el momento. Tras la lesión, la función nerviosa degenera de forma secuencial: motora, sensibilidad propioceptiva, tacto, temperatura, dolor y componente simpático. La recuperación nerviosa se refleja en sentido inverso.

La lesión nerviosa desencadena una serie de acontecimientos fisiopatológicos predecibles a nivel del cuerpo celular, del segmento nervioso proximal y distal, de la zona lesionada y de los órganos diana. Varias horas después del traumatismo se objetiva un proceso de cromatolisis en el cuerpo celular, secundario al aumento de su contenido en ARN, apareciendo más redondeado (edema), más eosinófilo y con su núcleo desplazado hacia la periferia. El metabolismo celular cambia hacia la síntesis de proteínas de membrana (tubulina, activa) en un intento de reconstruir el citoesqueleto axonal, disminuyendo la síntesis de neurotransmisores.

El término de degeneración Walleriana define los cambios del segmento distal de nervios mielinizados, independientemente que se produzca el mismo proceso en el segmento proximal. Se inicia a las 48-96 horas de la sección presentando una desorganización axonal y una degeneración de la mielina. Dicho proceso se ve completando con la fagocitosis por parte de los macrófagos del detritus celular y la estimulación de la proliferación de las células de Schwann. Dichos macrófagos sintetizan dos importantes citoquinas (interleuquina I y factor de crecimiento insulín-like tipo I). La interleuquina I estimula la síntesis local de factores de crecimiento y el factor de crecimiento insulín-like favorece la regeneración axonal^{3,7-9}.

La lesión nerviosa puede llegar a interrumpir la barrera vascular, pudiendo entrar en contacto el nervio lesionado con proteínas no conocidas y por ello iniciar una reacción autoinmune dado que las proteínas actúan como un antígeno. Éste mecanismo potencia los procesos degenerativos. Los órganos diana motores y sensitivos presentan cambios secundarios a la denervación. Los músculos comienzan a disminuir su volumen a la primera semana, presentando una atrofia progresiva de las fibras musculares y una sustitución por tejido conectivo a los tres meses. La movilización pasiva y la inmovilización en posiciones adecuadas pueden ayudar a la prevención de la fibrosis por denervación. La recuperación funcional motora depende del lapso de tiempo denervado, siendo excelente entre uno y tres meses, siendo funcional hasta el primer año y siendo improbable pasados tres años.

Al contrario que los músculos, los órganos sensitivos pueden llegar a ser reinervados largos períodos después de la denervación. Aunque no se ha definido un período crítico de reinervación sensitiva, un retraso de 6 meses en la reparación nerviosa disminuye la recuperación funcional (discriminación entre dos puntos). Tras un año de denervación sólo se puede esperar una recuperación de la sensibilidad propioceptiva con una discriminación de dos puntos mínima. Los factores de crecimiento nerviosos presentan una acción sobre los axones adyacentes no lesionados, promoviendo su ramificación para reinervar las áreas denervadas de los axones que no presentan proceso de regeneración^{10,11}.

Durante las primeras seis horas se produce una regeneración axonal de varios milímetros desde el nódulo de Ranvier terminal a través de los espacios creados por la retracción de las células de Schwann. Dicho primer brote axonal es sustituido durante las primeras 27 horas por un brote axonal permanente que presenta su citoesqueleto conformado creando una unidad regeneradora delimitada por el perineuro. Inicialmente constituida por fibras amielínicas independientemente del nervio de origen pudiendo llegar a ser mielínicas posteriormente. A nivel del extremo distal de cada brote axonal se encuentra una filopodia rica en actina denominada cono de crecimiento. Dicho cono es una estructura móvil especializada como aparato explorador presentando una afinidad por la superficie interna de la lámina basal de las células de Schwann.

El cono segrega proteasas que disuelven la matriz a su paso para facilitar el camino hacia su órgano diana. Un retraso en la regeneración axonal de varios días a semanas atribuible al tejido cicatricial puede llevar a la formación de un neuroma secundario a la incapacidad del cono de alcanzar el órgano diana quedando perdido en el tejido extraperineural. Clínicamente se ve reflejado por dolor crónico y ausencia de recuperación funcional^{3,7-9}.

Distalmente los nervios sensitivos buscan sus órganos diana (corpúsculos de Meissner, corpúsculos de Ruffini y células de Merkel). Existe unanimidad sobre la degeneración de los órganos sensitivos distales pero el lapso de tiempo en el cual permanecen funcionalmente reinervables no está tan claro, presentando un rango entre uno y varios años. Al igual que ocurre con la reinervación muscular, a mayor precocidad de reinervación mayores son las posibilidades de una recuperación funcional completa¹².

El injerto nervioso, indicados en los casos en los que la sutura primaria de los extremos nerviosos presente una tensión excesiva. El hecho de presentar dos suturas nerviosas no es ningún problema porque los axones son capaces de atravesar dos líneas de sutura sin tensión que una en

condiciones desfavorables. Aunque no se considera una polarización de los injertos nerviosos se aconseja insertar el injerto nerviosos con una orientación inversa a la suya original, para disminuir las probabilidades de una dispersión axonal a través de las ramas nerviosas distales existentes en el injerto. El injerto debe ser aproximadamente de un 10 a 20 % más largo que el defecto nervioso, dado que el injerto se acorta por la fibrosis del tejido conectivo^{8,9,13-14}. Se ha demostrado que el injerto nervioso como las suturas nerviosas adquieren la misma fuerza tensil que el nervio reparado a las cuatro semanas.

Homoinjertos

El nervio donante principal es el nervio sural (30 a 40 cm) existiendo otras posibilidades: nervio cutáneo antebraquial medial (20 cm), nervio cutáneo femoral lateral (30 cm), nervio cutáneo antebraquial dorsal (15 a 20 cm), nervio cutáneo antebraquial lateral (15 cm), rama superficial del nervio radial (25 cm), nervios intercostales (20 cm) y el nervio safeno (40 cm).

Existen dos grandes grupos de injertos nerviosos: el injerto nervioso libre desprovisto de su aporte vascular y el injerto vascularizado.

- **Injerto nervioso libre:** tras su trasplante se produce una revascularización espontánea mediante la anastomosis entre los vasos de la superficie del injerto nervioso y los vasos del lecho receptor. Por ello para un resultado óptimo es preciso un lecho receptor bien vascularizado. Dado que la vascularización se debe reestablecer a lo largo de los tres primeros días el injerto nervioso no debe presentar un grosor excesivo porque sino la revascularización de la porción central se produce demasiado tarde llevando a una fibrosis del mismo.

Se subdividen en tres tipos: injerto tipo cable, injerto interfascicular, injerto subdividido El injerto nervioso denominado tipo cable se compone de múltiples segmentos de nervios cutáneos de pequeños calibres alineados en paralelo recreando un cable del mismo diámetro que el tronco nervioso a reparar. Esto significa que un gran porcentaje de la superficie de los distintos injertos está en contacto con otro injerto libre y no con el lecho receptor. Dicho porcentaje (porción central del cable) no presenta la revascularización espontánea en el período de tiempo adecuado, comportándose como un injerto nervioso de tronco clásico (injerto nervioso mixto motor y sensitivo) asociándose a resultados funcionales pobres^{1,4,15-17}.

Los injertos nerviosos obtenidos de nervios cutáneos suelen presentar el tamaño adecuado para ser aplicables como injertos libres sin presentar fibrosis central. Para resolver el problema de la fibrosis central de los injertos tipo cable se desarrollaron los injertos interfasciculares. Dichos injertos se transplantan individualmente para conseguir el máximo contacto de cada uno con el lecho receptor. A nivel de las neurorrafias existe contacto entre los distintos injertos y entre los injertos y los fascículos representando un porcentaje mínimo de toda su longitud.

En los casos en los que tengan troncos nerviosos como donante para injerto y no presenten un pedículo adecuado para ser un injerto vascularizado se puede subdividir dicho injerto en sus distintos grupos fasciculares. Estos grupos fasciculares tienen un diámetro adecuado para ser utilizados como injertos libres sin el riesgo de fibrosis central. El único problema es el plexo interfascicular descrito por Sunderland. Se ha objetivado que entre las distintas anastomosis interfasciculares existen largas distancias sin anastomosis interfasciculares utilizables como injertos libres (nervio cubital como nervio donante en los casos de lesiones del plexo braquial irreparables)^{19,20}.

Se han aplicado injertos nerviosos libres mediante una sutura termino lateral, el extremo proximal del injerto se sutura a la porción lateral del nervio funcionante y la porción distal del injerto se

sutura de forma termino terminal al nervio a repara (nervio pectoral medial para reinervar al músculo pectoral mayor).

- **Injertos vascularizados:** ante la existencia de dos troncos nerviosos lesionados (nervio mediano y cubital) uno de ellos puede ser reparado a expensas del otro aplicando la técnica de injerto nervioso pediculado. El primer paso es la sutura de los dos extremos proximales de los troncos lesionados. Una vez que se halla reestablecido la vascularización entre ambos troncos se secciona el nervio donante en su porción más proximal y se reorienta hacia distal. Con ello se consigue alcanzar la porción distal del nervio a reparar con el segmento proximal invertido pero vascularizado del nervio donante. Los resultados fueron pobres por lo que se dejó de aplicar.

En 1976 Taylor y Ham describieron el injerto vascularizado mediante la anastomosis microquirúrgica del pedículo vascular del injerto a una arteria y vena de la región receptora, presenta la ventaja de ser independiente de la vascularización del lecho receptor y la desventaja de las complicaciones de la sutura vascular^{6,7,22}. Los resultados funcionales con un injerto vascularizado son similares a las de los injertos libres, por ello presenta indicaciones específicas: lecho receptor con una vascularización precaria y para puentear pérdidas de sustancia considerables.

El sistema de evaluación más utilizado mundialmente es el desarrollado por el Medical Research Council para el estadiaje de la recuperación motora y sensitiva. Una evaluación objetiva de la recuperación sensitiva incluye la discriminación entre dos puntos dinámicos y estáticos y mediante la evaluación del tacto con los filamentos de Frey o Semmes-Weinstein. La medición de la fuerza de la pinza es de utilidad limitada por la imposibilidad de discriminar entre niveles precoces de recuperación y el hecho que ambos nervios mediano y cubital contribuyen a la pinza.

La obtención del injerto inicia el proceso de degeneración Walleriana. Los axones y las vainas de mielina del injerto transplantado degenerarán y la regeneración presumiblemente habrá de ocurrir a lo largo de las células de Schwann y los tubos endoneurales, como ocurre en una reparación nerviosa.

Un injerto de nervio, para funcionar como tal debe vascularizarse en el sitio receptor. Si este se deja en un lecho con fibrosis o cicatriz, pobremente vascularizado probablemente este se convierta también en cicatriz y los axones en regeneración se presentaran como cuerdas de colágeno en vez de células de Schwann viables. El efecto de regeneración será mínimo por tanto los resultados funcionales pobres. Las razones por las cuales se emplean pequeños nervios cutáneos como donantes se basa en la expectativa de que varios nervios más pequeños ofrecen una mayor superficie que facilitan una adecuada vascularización, si se compara con un único y grueso tronco, en el cual es muy común la necrosis central del injerto y la posibilidad de fracaso es mayor. Para que el injerto nervioso sea de valor es importante que los fascículos de cada uno de los extremos sean identificados y unidos lo más exactamente posible, en este concepto está implícita la idea de que puede relacionarse funciones específicas con fascículos de diferentes niveles del nervio y que hay cierta posibilidad de restáurala con un injerto exitoso^{13,27-29}.

En la actualidad con los avances ocurridos en el campo de la microcirugía se han desarrollado prometedoras técnicas en el manejo de los injertos nerviosos que avizoran resultados funcionales favorables, tomando en cuenta para su realización la orientación fascicular en el nervio lesionado, que tan importante es para obtener una adecuada función y que en la primera mitad del siglo XX no se tuvo en cuenta. Una serie de autores plantean excelentes y buenos resultados con la utilización de cableinjertos de nervio en secciones del nervio mediano. En Cuba se viene utilizando desde la década de los 90 esta técnica con magnificación del campo quirúrgico, en la que también se han obtenido resultados satisfactorios. A principios del presente siglo se introdujo esta técnica en la provincia de Sancti Spíritus y se ha utilizado en todos los pacientes que clasifican en las indicaciones para su uso, sin que hasta el momento hayan estudiado sus resultados. Por lo que se

decide realizar esta investigación con el objetivo de describir el comportamiento del injerto en cable en el tratamiento de las lesiones de nervios periféricos de los miembros superiores, en los pacientes atendidos por esta afección en el servicio de ortopedia y traumatología del Hospital Universitario Camilo Cienfuegos de Sancti Spíritus en el período comprendido entre el 1ro de septiembre del 2001 y el 31 de enero del 2007.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio observacional descriptivo retrospectivo, la población y la muestra fueron los 19 pacientes que sufrieron lesión de los nervios en los miembros superiores, que fueron atendidos en el servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Universitario de Sancti Spíritus en el período comprendido entre el 1ro de septiembre del 2001 y el 31 de enero del 2007 y que al realizarles tratamiento quirúrgico la brecha existente entre los extremos del nervio no permitió realizar una sutura con mínima tensión y con las articulaciones de la extremidad en extensión.

Criterios de inclusión: pacientes mayores de 15 años que presentaron lesión de los nervios de los miembros superiores, que a la hora de hacerles tratamiento quirúrgico no se logró realizar una sutura sin tensión con todas las articulaciones extendidas.

Criterios de exclusión: pacientes afectados por lesiones de los nervios en los miembros superiores que durante el acto quirúrgico se logró una sutura sin tensión con las articulaciones en posición funcional; y a los menores de quince años.

La información se recolectó con una plantilla creada (ver anexo #1) y los datos fueron recogidos de la historia clínica en el departamento de estadística del hospital donde se realizó el estudio.

Las variables del estudio fueron;

- Edad
- Sexo
- Nervio afectado
- Nivel de la lesión
- Mecanismo de producción
- Lesiones asociadas a esta afección
- Tiempo transcurrido desde ocurrida la lesión hasta el injerto
- Longitud del injerto
- Complicaciones aparecidas en el período postoperatorio
- Resultados funcionales: para esto se utilizó el sistema del Medical Research Council para el estudio de la recuperación motora y sensitiva. (Ver anexo # 2)

Los resultados obtenidos se presentan en tablas de distribución de frecuencias absolutas y relativas y en tablas de contingencia.

Se tuvo en cuenta mediante la información al comité de ética de la entidad hospitalaria; de la realización del estudio, para de esta manera poder acceder a las Historias Clínicas en el Departamento de archivo y estadística de dicho centro.

RESULTADOS

En el estudio realizado se encontró que el sexo masculino en la segunda década de la vida fue el más afectado por las lesiones de los nervios del miembro superior que necesitaron injertos en cable para reparar la brecha que se produjo posterior a la lesión. (Tabla 1)

Tabla # 1. Distribución de pacientes a los que se les realizó injerto nervioso en cable en el miembro superior, según edad y sexo. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos. Sancti Spíritus. Septiembre 2001 a enero 2007.

Edad	Sexo			
	Femenino		Masculino	
	No	%	No	%
15 a 20 años	0	0	3	15,7
21 a 30 años	1	5,4	10	50,4
31 a 40 años	0	0	4	21,1
Más de 40 años	0	0	1	5,4
Total	1	5,4	18	94,6

Fuente: historias clínicas

Los nervios cubital y mediano fueron los más afectados por sección a los que se realizó el injerto a nivel del antebrazo, seguidos de los nervios interdigitales. (Tabla 2)

Tabla # 2. Distribución de pacientes según el nervio seccionado y el nivel de la lesión. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos. Sancti Spíritus. Septiembre 2001 a enero 2007.

Nervio seccionado	Nivel de la lesión			
	Antebrazo		Mano	
	Nº	%	Nº	%
N. mediano	6	31,6	0	0
N. cubital	9	47,3	0	0
N. mediano y cubital	1	5,4	0	0
N. interdigital	0	0	3	15,7
Total	16	84,2	3	15,7

Fuente: historias clínicas

En este estudio no se encontraron lesiones de nervios a nivel del brazo que requirieran injerto en cable.

La causa que provocó la lesión en la mayoría de los casos fue la herida nítida, (Tabla 3).

Tabla # 3. Relación de la causa que produjo la lesión del nervio. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos. Sancti Spíritus. Septiembre 2001 a enero 2007.

Mecanismo de producción	Nº	%
Heridas nítidas	14	73,7
Heridas irregulares	5	26,3
Total	19	100,0

Fuente: historias clínicas

La sección del sistema músculo tendinoso fue la que mayormente estuvo asociada a la lesión nerviosa (Tabla 4).

Tabla # 4. Distribución de pacientes según lesiones asociadas. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos. Sancti Spíritus. Septiembre 2001 a enero 2007.

Lesiones asociadas	Nº	%
Sección musculotendinosa	18	69,3
Sección del paquete vascular	6	23
Fracturas óseas	2	7,7
Total	26	100,0

Fuente: historias clínicas

La longitud de injerto más utilizada en los pacientes del estudio fue de 31 a 60 mm (Tabla 5).

Tabla # 5. Distribución de pacientes según la longitud de nervio utilizado para el injerto. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos. Sancti Spíritus. Septiembre 2001 a enero 2007.

Longitud del injerto	Nº	%
1 a 30 mm	2	10,5

31 a 60 mm	9	47,3
61 a 90 mm	4	21,1
91 a 120 mm	3	15,7
Más de 120 mm	1	5,4
Total	19	100,0

Fuente: historias clínicas

Las complicaciones postquirúrgicas fueron escasas, predominando la distrofia simpático refleja (Tabla 6).

Tabla # 6. Relación de complicaciones presentadas en el postoperatorio. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos. Sancti Spíritus. Septiembre 2001 a enero 2007.

Complicaciones postquirúrgicas	Nº	%
Distrofia simpático refleja	2	50
Sepsis de la herida quirúrgica	1	25
Neuroma doloroso en el sitio donante	1	25
Total	4	100

Fuente: historias clínicas

En los resultados funcionales no se obtuvieron resultados excelentes encontrados, fueron muy buenos y buenos, una vez que se aplicó el tratamiento antes de los 6 meses (Tabla 7).

Tabla # 7. Distribución de pacientes según el tiempo transcurrido hasta el injerto en relación con los resultados obtenidos. Hospital Universitario Camilo Cienfuegos. Sancti Spíritus. Septiembre 2001 a enero 2007.

Tiempo transcurrido	Resultados								Total	
	Muy bueno		Bueno		Moderado		Malo			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1 a 30 días	1	5,4	0	0	0	0	0	0	1	5,4
1mes y un día a 3 meses	8	42,1	0	0	0	0	0	0	8	42,1
3 meses un día a 6 meses	0	0	7	36,8	0	0	0	0	7	36,8
6 meses y un día y más	0	0	0	0	2	10,5	1	5,4	3	15,7
Total	9	47,5	7	36,8	2	10,5	1	5,4	19	100,0

Fuente: historias clínicas

DISCUSIÓN

En la literatura revisada^{5,8,11,23} no se hace amplia alusión al sexo, en Cuba la mujer a adquirido importantes responsabilidades y desarrolla labores casi tan peligrosas como las que realizan los hombres^{14,29,30}, es evidente que son los hombres y más aún los jóvenes los que llevan un modo de vida más activa y por tanto quedan expuestos a los mayores riesgos, que fue lo obtenido en este estudio donde el sexo masculino y en la segunda década de la vida fue el más afectado por las lesiones de los nervios del miembro superior que necesitaron injertos en cable para reparar la brecha que se produjo posterior a la lesión.

La disposición anatómica de los nervios mediano y cubital a nivel del antebrazo hace que estos sean los más afectados al producirse una lesión a este nivel, también la mano queda expuesta a los agentes agresores por lo que los nervios interdigitales se afectan con bastante frecuencia^{6,12}, instintivamente todo individuo que se ve amenazado por un estímulo nocivo adopta una posición defensiva tomando como escudo protector la mano y el antebrazo, estas son las razones por las que estas dos porciones del cuerpo se dañen con mayor frecuencia como sucedió en la serie de pacientes estudiados.

En la literatura de consulta se encontró que los mejores resultados obtenidos después de una neurorrafia término terminal o con la utilización de injertos es aquella que se realiza distal al codo y cuanto más cerca del órgano diana pues mejores serán los resultados^{5,14,31}. En la mayoría de los casos que se presentan el agente causal de la sección es un objeto cortante que produce una herida nítida con bordes limpios sin irregularidades en su trayecto, un pequeño grupo la causa fue una incisión irregular que produjo desgarró de las partes blandas incluyendo los nervios periféricos de la extremidad, trayendo como consecuencia pérdida de parte de estas estructuras.

Las lesiones que con mayor frecuencia se asocian a las secciones de los nervios periféricos son las heridas del sistema músculo tendinoso, seguidas de las del paquete vascular que se dispone en su trayecto por las extremidades en una posición de estrecha vecindad con las estructuras nerviosas, las fracturas de los huesos del antebrazo se presenta con alguna frecuencia y esta depende de la fuerza con la que incida el agente causal sobre el área lesionada, la estrecha relación anatómica de todas estas estructuras es la que hace imposible que aisladamente se dañen, Ayala^{1,4,32,33}.

En otras investigaciones se plantea que los injertos de más de 7 centímetros no producen buenos resultados funcionales como los de menor longitud, ya que son más propensos a la fibrosis y a la pobre vascularización^{5,6,18,21}. Tomando en cuenta el principio para realizar un injerto de nervio en cuanto a su longitud de que este debe ser de un 10 a un 20 % mayor que el defecto nervioso, dado que el injerto se acorta por la fibrosis del tejido conectivo, en esta investigación en la mayor parte de los pacientes la longitud de injerto necesaria osciló entre los 3 y los 9 centímetros.

En cuanto a la complicación aparecida con más frecuencia, la literatura³⁹ plantea que la distrofia se presenta con mucha frecuencia a las lesiones de los nervios mixtos, secciones de estructuras vasculares y generalmente en pacientes con una personalidad ansiosa, en este trabajo durante el postoperatorio la distrofia simpático refleja se presentó en 2 casos, estos pacientes presentaban además como lesión asociada a la sección del nervio una sección del paquete vascular, la sepsis de la herida quirúrgica se presentó en un solo caso a pesar del uso de las medidas de asepsia y antisepsia, y la administración de antibióticos profilácticos a la hora de realizar la cirugía.

El neuroma doloroso del sitio donante es una complicación incapacitante por las limitaciones que produce, que solo aparece cuando no se hace el manejo adecuado del cabo proximal del sitio donante^{5,6,35,36}, en este trabajo no se presentó este tipo de complicación.

Mackinnon y Dellon¹⁹ refieren muy buenos resultados (M4, S3+) en aproximadamente un 20 a 40 % de los casos tratados por ellos. Muy pocas lesiones nerviosas se recuperan en su totalidad. Otras series reflejan resultados buenos a excelentes en neurorrafias primarias o injertos fasciculares en secciones del nervio mediano entre un 48 y 50 %. Existe un 40 % de resultados pobres en los cuales aparecía: edad superior a 54 años, el nivel de lesión era proximal al codo, la longitud del injerto nervioso era mayor de 7 cm o que la cirugía se retrasó 23 meses^{19,25, 26, 37,38}. Los resultados obtenidos en este estudio en relación con el tiempo transcurrido desde que se produjo la lesión hasta que se realizó la reparación con el injerto no se obtuvo ningún resultado que se pudiera clasificar como excelente, la octava parte de la muestra fueron injertados antes de los 6 meses, lográndose en ellos muy buenos y buenos resultados.

Kallio y colaboradores presentan unos resultados buenos a excelentes en un 66 % de reparaciones del nervio radial mediante injerto o neurorrafia secundaria y Vastamäki refiere una recuperación funcional útil de un 52 % de reparaciones del nervio cubital.

Grupos de autores han obtenido resultados moderados a pobres en la reparación nerviosa por lo que se están estudiando los mecanismos de regeneración axonal para intentar mejorar dichos resultados, se están desarrollando cuatro vías de estudio, estas son farmacológica, moduladores inmunológicos, factores promotores y tubos guía^{9,12,38-40}.

Klein y colaboradores objetivaron la función de activador de la adenilatociclasa del forskolin que aumenta el crecimiento axonal. Wong y Mattox demostraron el incremento de la recuperación funcional del nervio ciático por la acción de las poliamidas a nivel molecular.

CONCLUSIONES

El injerto en cable para el tratamiento de las lesiones de los nervios periféricos de los miembros superiores atendiendo a sus indicaciones mostró un comportamiento favorable, con escasa complicaciones postquirúrgicas y se encontraron resultados funcionales que clasificaron en su gran mayoría como muy buenos y buenos, según el sistema desarrollado por el Medical Research Council para el estudio de la recuperación motora y sensitiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ayala H, Pallazzi S. Cirugía de los nervios periféricos. Rev Ortop Traum. 1984;28(IB):534-544.
2. Burkhalter W. Median nerve palsy. En: Operative hand surgery Vol II. Editor: Green D. Editorial Churchill Livingstone Inc;2003.p.1419-1447.
3. Burkhalter W. Ulnar nerve palsy. En: Operative nerve repair and reconstruction. Editor Gelberman R. Editorial JB Lippincott Company;1991.p.729-745.
4. Brushart TME. Preferential reinnervation of motor nerves by regenerating motor axons J Neurosci. 1988; 8:1026-1031.
5. Chiu DT, Wu J. Treatment of painful neuromas: a case report. Ann Plast Surg. 2003;44(3):340-342.
6. Diao E, Vannuyen T. Techniques for primary nerve repair. Hand Clinics. 2004;16:1;53-66.
7. Eversmann W. Median nerve palsy. En: Operative nerve repair and reconstruction. Editor: Gelberman R. Editorial JB Lippincott Company.1991.p.711-726.
8. Gilbert A. Vascularized sural nerve graft. En: Microreconstruction of nerve injuries. Philadelphia: terzis, Breinderbach Saunders;1987.p.177.
9. Grabb WC. Primary and secondary nerve repair. Plast Reconstr Surg. 1982;70:275-281.
10. Green D. Radial nerve palsy. En: Operative hand surgery Vol II. Editorial Churchill Livingstone Inc;1999.p.1401-1415.

11. Hentz VR, Rosen JM, Xiao SJ. The nerve gap dilemma: A comparison of nerves repaired end to end under tension with nerve grafts in a primate model. *J Hand Surgery (Am)*. 1999;18:417-425.
12. Horowitz SH. Therapeutic strategies in promoting peripheral nerve regeneration. *Muscle Nerve*. 2001; 12:314-322.
13. Jones N. Tendon transfers. En: *Plastic surgery. Indications, operations, and outcomes*. Vol IV. Hand surgery. Editor: Russell R. Mosby; 2002.p.1995-2015.
14. Kallio PK, Vastamáki M. An analysis of the results of late reconstruction of 132 median nerves. *J Hand Surgery (Br)*.1993;18:97-105.
15. Leffert. Brachial plexus. En: *Operative hand surgery Vol II*. Editor:Green D. Editorial Churchill Livingstone Inc;1999.p.1499-1521.
16. Lolley R, Bose W, Bastian F, Bassam B, Meyer F, Anderson L. Vein, Silastic, and Polyglycolic Acid Fine Mesh: a comparative study in peripheral nerve repair". *Annals of Plastic Surgery*. 2005;35(3):266-271.
17. Lundborg G, Dahlin LB, Danielsen N: Tissue specificity in nerve regeneration. *Scand J Plast Reconstr Surg*. 2005;20:279-283.
18. Lundborg G, Rosén B, Dahlin L. Tubular versus conventional repair of median and ulnar nerves in the human forearm: Early results from a prospective, randomized, clinical study. *J Hand Surgery (Am)*. 2006;22:99-106.
19. Mackinnon SE, Dellon AL. *Surgery of the Peripheral Nerve*. New York: Thieme Medical Publishers; 1988.
20. Mackinnon SE, Hudson AR, Bain JR: The peripheral nerve allograft: An assessment of regeneration in the immunosuppressed host. *Plast Reconstr Surg*. 1997;79: 436-446.
21. Mackinnon SE. New directions in peripheral nerve surgery. *Ann Plast Surg*. 2003;22:257-273.
22. Merle M. Transferencias tendinosas en las secuelas paralíticas de la mano. En: *Mano traumática. Cirugía secundaria*. Madrid: Masson SA;1996.p.183-223.
23. Millessi H. Further experience with interfascicular grafting of the median, ulnar and radial nerves. *J Bone Joint Surg*. 1976; 58(a):209-218.
24. Millasi H, MD Techniques for nerve grafting. *Hand Clinics*. 2004;16:1;73-91.
25. Olié V. Tratamiento de las lesiones de los nervios periféricos. En: *Cirugía de los nervios periféricos*. Palazzi AS.Madrid;1958.p.181-218.
26. Omer G. Tendón transfers for combined nerve injuries. En: *Operative nerve repair and reconstruction*. Editor: Gelberman R. Editorial JB Lippincott Company;2001.p.747-761.
27. Omer G. Ulnar nerve palsy. En: *Operative hand surgery Vol II* Editor: Green D. Editorial Churchill Livingstone Inc; 1993.p.449-1464.
28. Palazzi S., Miralles R. Microcirugía de los nervios periféricos *Rev Ortop Traum*. 2005;4:499-526
29. Richards R. Tendon transfers in the hand and wrist. En: *Soft tissue reconstruction in the upper extremity* Ed. Churchill Livingstone Inc;1995.p.273-303.
30. Rowan PR. End to side nerve repair. A review. *Hand Clinics*. 2003;16:1;151-159.
31. Sanger JR, Riley DA, Matloub HS. Effects of axotomy on the Cholinesterase and carbonic anhydrase activities of axons in the proximal and distal stumps of rabbit sciatic nerves: A temporal study. *Plast Reconstr Surg*. 1991;87:726-740.
32. Schneider L. Tendon transfer for radial nerve palsy. En: *Operative nerve repair and reconstruction*. Editorial JB Lippincott Company;1991.p.697-708.
33. Seckel BR, Ryan SE, Gagne RG: Target-specific nerve regeneration through a nerve guide in the rat. *Plast Reconstr Surg* 1986;78:793-800.
34. Seddon HJ. *Surgical Disorders of The Peripheral Nerves* Baltimore: Williams and Wilkins;1972.
35. Siliski J. Lower extremity nerve palsies". En: *Operative nerve repair and reconstruction*. Lippincott Company;1991.p.763-772.
36. Stanec S. Stanez Z. Ulnar nerve reconstruction with and expand polypolytetrafluoroethylene conduit. *Br J Plastic Surg*. 1998; 51:637-638.
37. Steve K, Lee MD, Scott W. *Peripheral Nerve Injury and Repair*. *J Am Acad Orthop Surg*. 2005;8:243-252

38. Strickland J W. Mano. En la serie "Máster" en cirugía ortopédica. Director de la serie Thompson RC. Madrid: Marbán libros;1999.p.81-350.
 39. Sunderland S. Nervios periféricos y sus lesiones. Barcelona:Salvat;1985.p.489-660.
 40. Sunderland S. Nerve Injuries and Their Repair: A Critical Appraisal. New York: Churchill Livingstone;1991
 41. Terris D, Fee W. Current issues in nerve repair. Arch. Otolaryngology Head Neck Surg. 1993 Jul;119: 725-730.
 42. Wood MB. Peroneal nerve repair: Surgical results. Clin. Orthop. 1991;267:206-210.
 43. Wryck J D. Secondary nerve reconstruction. Hand Clin. 1992;8(3):587-598.
-

ANEXOS

Planilla de recolección de la información.

- Sexo: Masculino____ Femenino____
- Edad:
 - 15 – 20 años_____
 - 21 - 30 años_____
 - 31 – 40 años_____
 - Más de 40 años_____
- Nervio lesionado:
 - Nervio Radial_____
 - Nervio Mediano_____
 - Nervio Cubital_____
 - Nervio Interdigital_____
- Nivel de la lesión:
 - Brazo_____
 - Antebrazo_____
 - Mano_____
- Causa de la lesión:
 - Herida nítida____
 - Herida irregular___.
- Lesiones asociadas:
 - Lesión del sistema músculo tendinoso____
 - Fractura _____
 - Lesiones vascular_____
 - Otras_____
- Tiempo transcurrido desde la lesión hasta el injerto.
 - 1 a 30 días_____

- 1 mes a 3 meses_____
- 3 meses 1 día a 6 meses_____
- Más de 6 meses_____
- Longitud necesaria del injerto.
 - 1 a 30 mm_____
 - 31 a 60 mm_____
 - 61 a 90 mm _____
 - 91 a 120 mm _____
 - Más de 120 mm_____
- Complicaciones post quirúrgicos:
 - Sepsis_____
 - Neuroma doloroso del sitio donante _____
 - Distrofia simpático refleja_____
 - Otras_____
- Resultados según el Medical Research Council.
 - Recuperación motora:

M0_____

M1_____

M2_____

M3 _____

M4 _____

M5 _____

- Recuperación sensitiva:

S0_____

S1 _____

S1+_____

S2 _____

S2+ _____

S3 _____

S3+ _____

S4 _____

- Excelentes (M5 y S4) _____
- Muy bueno (M4 y S3+) _____
- Bueno (M3 y S3) _____
- Moderado (M2 y S2-S2+) _____
- Malo (M0-M1 y S0-S1) _____

Anexo # 2

Evaluación según el Medical Research Council para conocer el grado de recuperación motora y sensitiva

Recuperación motora:

M0 Ausencia de contracción.

M1 Recuperación de contracción perceptible de la musculatura proximal.

M2 Recuperación de contracción perceptible de la musculatura proximal y distal.

M3 Recuperación de la función de la musculatura proximal y distal en un grado suficiente para poder actuar en contra de la fuerza de la gravedad.

M4 Toda la musculatura actúa contra resistencia y se presentan algunos movimientos independientes.

M5 Recuperación completa de todos los músculos.

Recuperación sensitiva:

S0 Ausencia de recuperación.

S1 Recuperación del dolor profundo.

S1+ Recuperación del dolor superficial.

S2 Recuperación del dolor superficial y del tacto parcialmente.

S2+ Recuperación del dolor superficial y del tacto parcialmente pero con hiperrespuesta.

S3 Recuperación del dolor superficial y del tacto sin hiperreactividad.

S3+ Recuperación del dolor superficial y del tacto sin hiperreactividad con una localización adecuada del estímulo sensitivo y una recuperación incompleta de la discriminación entre dos puntos.

S4 Recuperación completa.

La recuperación motora se gradúa en seis grados (M0 a M5) y la sensitiva en cinco (S0 a S4) basado en la evaluación física. Un resultado excelente es la adquisición de los grados M5 y S4, un resultado muy bueno es M4 y S3+, un bueno es M3 y S3, un moderado es M2 y S2-S2+ y uno malo es M0-M1 y S0-S1^{19,25,26}.