

Neurotización de las lesiones irreparables y tardías del plexo braquial

Armando Arratia Sordo,* Christopher Leonel Carrillo Brito,** Leonardo Zamudio Villanueva***

Hospital Español. Ciudad de México

RESUMEN. *Objetivo.* Determinar los resultados de la neurotización de lesiones antiguas del plexo braquial mediante trasplante de nervio intercostal. *Material y métodos.* Se presenta una serie de 13 pacientes, 11 varones y dos mujeres, con edad de 3 a 35 años, que fueron operados por lesión antigua del plexo braquial, preganglionar en dos casos (grupo I) y postganglionar en 11 (grupo II). Se tomaron fibras tipo A de seis nervios intercostales y de nervio sural para trasplantarlas a uno o dos troncos primarios y se suturaron con nylon 8 ó 9-0. La extremidad se inmovilizó con vendaje de Velpeau por tres semanas. *Resultados.* Sometidos a un programa de rehabilitación, los pacientes mostraron mejoría progresiva después de 18 meses de seguimiento, consistente en aparición de sensibilidad y motricidad gruesa según el territorio inervado por los troncos trasplantados. Los mejores resultados se obtuvieron en los pacientes del grupo II. *Conclusión.* Puede esperarse un cierto nivel de recuperación funcional en pacientes a quienes se les hace neurotización de lesiones antiguas del plexo braquial, principalmente cuando las lesiones son postganglionares.

Palabras clave: plexo braquial, lesión crónica, nervio, trasplante.

Las lesiones del plexo braquial son relativamente frecuentes en nuestro país, ya que en los últimos años abundan los accidentes automovilísticos y han aumentado las lesiones por arma blanca y de fuego.

El comienzo de la cirugía del plexo braquial fue a principios de este siglo e iniciado por Harris y Low en 1903⁹ quienes llevaron a cabo la transferencia del nervio axilar en tres pacientes con sección de las raíces C5 y C6. Los resultados nunca fueron reportados.

Posteriormente en 1912 Tuttle,¹⁵ acuñó el término de neurotización por primera vez y utilizó el nervio accesorio

SUMMARY. *Objective.* To determine the results of neurotization in ancient brachial plexus injuries by intercostal nerve grafting to the damaged trunks. *Material and methods.* A series of 13 patients (11 male and 2 female) aged 3 to 35 years, who had an ancient injury of the brachial plexus trunks and were classified in 2 groups: injury was pre-ganglionar in 2 cases (group I) and post-ganglionar in 11 (group II) is reported. Type A neural fibers of 6 intercostal nerves and sural nerve were transplanted into one or two primary trunks and sutured by 8 or 9-0 nylon. A Velpeau bandage was applied for 3 weeks. *Results.* After 18 months of follow-up, and a rehabilitation program, gross sensitivity was progressively recovered. Better results were observed in group II patients. *Conclusion.* Functional improvement can be expected in those patients who have post-ganglionar injuries of the brachial plexus by neurotization of primary trunks.

Key words: brachial plexus, chronic injury, nerve, transplantation.

espinal. Por esa época Foster^{6,7} usó el nervio axilar con el toracodorsal o el subescapular inferior.

Actualmente la neurotización se puede definir como el procedimiento mediante el cual se utilizan neuronas sanas para que a través de sus fibras se puedan activar sitios distantes al colocar éstas quirúrgicamente dentro de la vaina de un tronco dañado o anastomosándolas a la porción distal sana. En el primer caso esas fibras crecen dentro de la vaina para ir a los órganos efectores.³

El uso de los nervios intercostales para el tratamiento de la avulsión completa del plexo braquial se debe a Seddon¹³ y Yeoman¹⁶ aunque sus resultados fueron pobres.

En 1983 en un caso de lesión extensa del plexo braquial Gilbert⁸ transfirió nervios torácicos anteriores al nervio músculo cutáneo obteniendo un poder aceptable de flexión del codo.

En Italia Morelli¹ y Milessi¹⁰ en Austria, llevaron a cabo la misma transferencia usando nervios intercostales. Escogieron éstos por el tipo de fibras que contienen, Tipo A.

Las fibras nerviosas se dividen en tipos A, B y C. A su vez, el tipo A se subdivide en fibras alfa, beta, gama y épsilon.

* Adscrito al Servicio de Ortopedia Hospital Español.

** Adscrito Externo Hospital Español.

*** Miembro Honorario de la Sociedad Mexicana de Ortopedia. Presidente SICOT 1990-1993.

Dirección para correspondencia:

Dr. Armando Arratia Sordo

Río Amazonas 22, Col. Cuauhtémoc, México, D.F. 06500,

Tel. 55-46-64-74

Las fibras A son mielinizadas, típicas de los nervios raquídeos, las B difieren de las A por el hecho de que no presentan un potencial negativo ulterior a la estimulación pero también son mielinizadas aunque más gruesas que las A; constituyen las fibras de los nervios vegetativos preganglionares.

Las fibras C son muy delgadas y no mielinizadas, conducen impulsos de baja velocidad; constituyen más de la mitad de los nervios sensitivos y también las fibras neurovegetativas postganglionares.

Más de las dos terceras partes de las fibras nerviosas de los nervios periféricos son del tipo C. Dado su gran número, pueden transmitir enormes cantidades de información desde la superficie del cuerpo, si bien la velocidad es muy lenta. La utilización de las fibras tipo C representa una enorme economía de espacio en los nervios, pues el empleo de las fibras tipo A necesitaría nervios periféricos de gran espesor y una médula espinal muy voluminosa.

Las facultades de los tres tipos de fibras nerviosas se resumen en la *tabla 1*.

Material y métodos

En el presente trabajo utilizamos fibras nerviosas tipo A de los primeros seis arcos costales prolongando las mismas con injerto del sural ya que la longitud de aquellos es limitada.

Se incluyeron 13 enfermos, dos del sexo femenino y 11 del masculino. Las edades oscilaron entre tres y 35 años con un promedio de 17 años. Su ocupación fue: estudiantes cinco, policía uno, obreros cuatro, preescolar uno y amas de casa dos. El tipo de accidente fue: obstétrico uno, proyectil de arma de fuego uno, accidente de motocicleta tres, accidente automovilístico ocho. Se clasificaron en dos grupos: grupo I, con lesión preganglionar dos casos y grupo II, con lesión postganglionar 11 casos.

Los preganglionares son todos aquéllos en los que apareció pseudomeningocele localizado a la emergencia de las raíces afectadas. Esto se encontró mediante mielografía (*Figura 1*).

En el grupo II el único cambio desde el punto de vista clínico con respecto al anterior fue la presencia de cierta sensibilidad gruesa en regiones proximales (*Tabla 2*).

Se escogieron para la neurotización sólo pacientes con un mínimo de seis meses de evolución con lesiones altas ya fueran pre o postganglionares.

La técnica quirúrgica consiste en una incisión cutánea en la cara lateral del cuello por detrás del esternocleidomastoideo que se lleva hasta la articulación esternoclavicular y de ahí se dirige hacia atrás por la saliente clavicular hasta la articulación acromioclavicular (*Tabla 2*).

Se incide el cutáneo del cuello y se localiza el omohioideo el cual se secciona y se refiere para su ulterior sutura. Se identifican los escalenos y se recuerda que sobre el anterior descansa el nervio frénico. En el vértice superior de la separación de los escalenos se localiza la salida de los troncos primarios superiores. Se lleva a cabo la neurólisis de los mismos y se eligen los troncos por tratar.

En nuestra casuística se escogió principalmente el tronco primario superior (*Figuras 3 y 3A*) y nuevos los otros dos (*Figuras 3B y C*).

A continuación se efectuó una incisión torácica superficial en cinco casos y en los otros ocho se prolongó la incisión original.

Se eligieron los nervios intercostales 3, 4 y 5 en ocho casos, por las propiedades ya descritas.

Se disecan minuciosamente y después de seccionarlos se llevan por vía subcutánea hasta el cuello. En la mayoría de los casos fue necesario prolongarlos con injerto libre del safeno y/o del sural (*Figura 4B*). Véase injerto del sural, suelto aun en la porción distal y el tronco en donde entran las fibras (*Figura 4C*). Con la sutura terminada, se ve el tronco distal donde penetra el injerto.

La reimplantación se lleva a cabo bajo microscopio utilizando dermalón 8 ó 9 ceros.

Se insiste en que el nervio sólo se introduce distalmente a la lesión del tronco (*Figura 4C*).

Aunque en algunos casos puede hacerse la sutura término-terminal cuidando de homologar los fascículos, hoy se sabe que hay quimiotactismo que hace que las fibras sensi-

Tabla 1. Propiedades de las diferentes fibras nerviosas.

Tipo fibra	Diámetro de fibra (micras)	Velocidad conducción (m/seg)	Duración de espiga	Duración potencial ulterior negativo (mseg)	Duración potencial ulterior positivo (mseg)	Función
A (Alfa)	13-22	70-120	0.4-0.5	12-20	40-60	Motora, propioceptores musculares
A (Beta)	8-13	40-70	0.4-0.6	(?)	(?)	Tacto, cinestesia
A (Gama)	4-8	15-40	0.5-0.7	(?)	(?)	Tacto, excitación de husos musculares, presión
A (Épsilon)	1-4	5-15	0.6-1.0	(?)	(?)	Dolor, calor, frío, presión
B	1-3	3-14	1.2	ninguno	100-300	Neurovegetativas preganglionares
C	0.2-1.0	0.2-2	2.0	50-80	300-1,000	Dolor, calor (?), frío (?), presión (?), neurovegetativas postganglionares, olfato



Figura 1. Mielografía que muestra un pseudomeningocele a la emergencia de las raíces afectadas.

tivas busquen a sus similares, al igual que las motoras logren lo propio.¹²

Al terminar las suturas y después de cerrar las heridas, el miembro se inmoviliza con un vendaje de Velpeau.

Se retiran puntos 8 ó 10 días después y se permite la movilización del miembro a las tres semanas.

Dos meses después del acto quirúrgico se realizan estudios clínicos y electromiográficos y se inicia rehabilitación consistente en estimulación eléctrica en el punto de Erb, así como ejercicios activos y pasivos de las articulaciones.

La evolución ha sido de uno a seis años con un promedio de 3.5 años.

Resultados

Se observó como punto importante, digno de mención especial, que en el postoperatorio inmediato se recuperaron en forma significativa la propiocepción, así como sensibilidad a la temperatura, la sudoración y aparecen ligeros cambios en la coloración; estos efectos tempranos probablemente se debieron a la neurólisis.

Los resultados globales se muestran en las *tablas 3 a 6*.

Existe un número considerable de enfermos con lesiones graves del plexo braquial los que desafortunadamente no encuentran solución aceptable a su problema por que en el ambiente médico se desconocen los recursos con que se cuenta en la actualidad y muchos de ellos terminan en amputación del miembro.

En este trabajo se puede ver que se cuenta con un recurso útil para mejorar a pacientes con parálisis extensa del miembro torácico.

Algunos pacientes pueden recuperar de 10 a 25% de su función motora y sensorial con el procedimiento de la neurotización. Como se ha visto, dos casos se recuperaron hasta en 40% consistente en función de la flexoextensión del codo así como tacto grueso, coloración del miembro y sudoración (*Figuras 5 y 5A*).

En el grupo I los resultados son equiparables a los informados en la literatura mundial;^{11,12} quedan en muchos de ellos por resolver la parálisis del hombro que puede solucionarse mediante artrodesis o una transferencia del trapecio.

En el grupo II los resultados fueron de buenos a excelentes ya que en ellos se presenta abducción del hombro más la flexoextensión del codo, sensibilidad, temperatura y coloración del miembro afectado. Atribuimos esto a una neurólisis extensa que en otros servicios no se practica. Es

Tabla 2. Cuadro clínico global por grupo antes de la cirugía.

Atrofia muscular	Reflejos	Sensibilidad	Temperatura	Color prop.	
Grupo I	Deltoides	0	0	frío	0
	Tríceps	0	0		
	Bíceps	0	0		
	Epitrocleares	0	0		
	Radiales	0	0		
	Cubitales	0	0		
	Eminencia tenar	0	0		
	Eminencia hipotenar	0	0		
	Interóseos	0	0		
Grupo II	Deltoides	0	x (gruesa)	frío	0
	Tríceps	0	x		
	Bíceps	0	x		
	Epitrocleares	0	0		
	Radiales	0	0		
	Cubitales	0	0		
	Eminencia tenar	0	0		
	Eminencia hipotenar	0	0		
	Interóseos	0	0		



Figura 2. Esquema del abordaje quirúrgico.



Figura 3B. Tronco primario inferior.



Figura 3. Tronco primario superior.



Figura 3C. Tronco primario medio.



Figura 3A. Tronco primario superior.

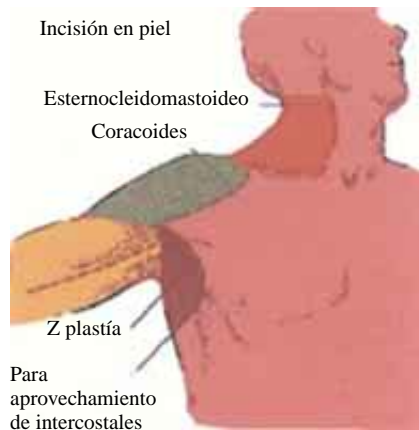


Figura 4. Prolongación de la incisión.

de mencionarse en forma especial la recuperación de la flexión activa y útil del codo en todos ellos. En dos apareció flexión útil y extensión de los dedos (*Figuras 6, 6A y 6B*) del segundo al quinto dedo, así como tono muscular de

los músculos insertados alrededor del puño lo que le permite mantenerlo en posición útil. En uno se hizo un puente óseo intermetacarpiano entre el primero y el segundo dedo para mantener el pulgar en posición de función y aprovechar la flexión útil que ya había aparecido en los otros dedos. Además, se hizo osteotomía de ambos huesos del antebrazo para dejar en posición neutra, ya que sólo mantenía la mano en supinación máxima.



Figura 4A. Para exponer y disecar los nervios intercostales.



Figura 4B. Injerto de nervio sural suelto, aun en la posición y tronco donde entran las fibras.

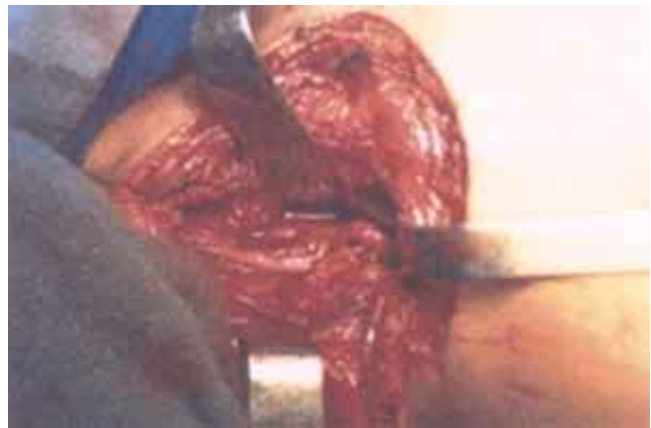


Figura 4C. Sutura terminada.

Queremos informar que mediante la neurotización se logra la reinervación de algunos músculos y de grandes sectores de la piel lo que mantiene al miembro útil.

Se puede vislumbrar para el futuro la probabilidad de devolver alguna función a los parapléjicos utilizando variantes de este método. Sería un éxito si se les pudiera devolver el control de esfínteres y el movimiento de glúteos y

Tabla 3. Resultados globales electromiográficos y clínicos a dos meses.

	Electromiográfico			Clínico	
	Grupo I	Grupo II		Grupo I	Grupo II
Velocidad de conducción	x con estímulo	x con estímulo	Propiocepción	x	xx
Fibrilaciones	x presentes	x presentes	Sensibilidad	x (gruesa)	xx (gruesa)
			Temperatura	xx	xx
			Color	xx	xx
			Pulsos	x	xx
			Sudoración	xx	xx

Tabla 4. Resultados globales electromiográficos y clínicos a seis meses.

	Electromiográfico			Clínico	
	Grupo I	Grupo II		Grupo I	Grupo II
Velocidad de conducción	xx con estímulo	xx con estímulo	Propiocepción	xx	xxxx
Fibrilaciones	xx presentes	xx presentes	Sensibilidad	xx (gruesa)	xxx (gruesa)
Potenciales evocados	x	xx	Temperatura	xx	xxx
			Color	xx	xxx
			Pulsos	xx	xxx
			Sudoración	xxx	xxx
			Vol. muscular	x	xx
			Reflejos		x

Tabla 5. Resultados globales electromiográficos y clínicos a 12 meses.

	Electromiográfico			Clínico	
	Grupo I	Grupo II		Grupo I	Grupo II
Velocidad de conducción	xx con estímulo	xxx con estímulo	Propiocepción	xx	xxxx
Fibrilaciones	xxx presentes	xxx presentes	Sensibilidad	xx (gruesa)	xxx (gruesa)
Potenciales evocados	x	xxx	Temperatura	xx	xxxx
			Color	xx	xxxx
			Pulsos	xx	xxx
			Sudoración	xxx	xxxx
			Vol. muscular	xx (hasta codo)	xx (m. antebrazo)
			Reflejos	x	xxx (rad. cub.)
			Contractura m. vol.		xx
			Arcos de movilidad (activos)		Rotadores, add y abd hombro. Flexo extensión de codo

Tabla 6. Resultados globales electromiográficos y clínicos a 18 meses.

	Electromiográfico			Clínico	
	Grupo I	Grupo II		Grupo I	Grupo II
Velocidad de conducción	xx con estímulo	xxxx con estímulo	Propiocepción	xx	xxxx
Fibrilaciones	xxx presentes	xx presentes	Sensibilidad	xx (gruesa)	xxx (gruesa)
Potenciales evocados	x	xxxx	Temperatura	xx	xxxx
			Color	xx	xxxx
			Pulsos	xx	xxx
			Sudoración	xxx	xxxx
			Vol. muscular	xx (hasta codo)	xx (m. antebrazo)
			Reflejos	xx	xxx (rad. cub.)
			Contractura m. vol.	x	xxxx
			Arcos de movilidad (activos)		Rotadores, add y abd hombro. Flexo extensión de codo. Pronosupinación de muñeca 1ro. y 2do. dedo (un caso)



Figura 5. Flexión activa del codo.



Figura 5A. Codo flexionado sosteniendo peso.



Figura 6. Abducción del hombro y flexión del codo.



Figura 6B. El paciente (policía) es capaz de retirar su pistola de la funda.



Figura 6A. Flexión activa de los dedos, existe paresia del oponente del pulgar.

cuadríceps pues esto haría posible la bipedestación por lo cual mejoraría su calidad de vida.⁴

Discusión

La neurotización es un procedimiento con el que contamos en la actualidad para restablecer la conducción nerviosa directamente a los troncos primarios del plexo braquial y mejorar la calidad de vida del paciente.

Su mayor indicación es en lesiones severas y tardías del plexo braquial.

Se obtienen mejores resultados en lesiones postganglionares.

Bibliografía

1. Alnot JY, Narakas AA, Raimondi PZ, Morelli E: Parálisis traumáticas del plexo braquial de Facultad. Groupe d'étude de la main. Paris: Expansion Scientifique Française; p. 208.
2. Bergfeld JA, Hershman E, Asa Wilbourne E: Brachial plexus injuries athletes. *J Jpn Orthop Assoc* 1991; 65: 409.
3. Bonnard C, Slooff AC: Brachial plexus lesions. Springer; 1999.
4. Brunelli GA: Chemotactic arrangement of regrowing axons abstract book. SICOT 99 Sydney-210-1999.
5. C. Oberlin D, Béal S, Leechavengvongs A. Salon, Dauge MC, Sarcy JJ: Paris France. *J Hand Surg* 1994; 19.
6. Förster O: Anatomie and physiologie des plexus brachialis. In: Bumke O, Förster O. (eds.): *Handbuch der Neurologie*. Berlin: Julius Springer; 1929. p. 942.
7. Förster O: Die therapie des Schussverletzungen der periphäre nerver. In: Bumke O, Förster O. (eds.): *Handbuch der Neurologie*. Berlin: Julius Springer; 1929.
8. Gilbert A: Comunicación personal. 1984.
9. Harris W, Low VW: On the importance of accurate muscular analysis in lesions of the brachial plexus and the treatment of Erb's palsy and infantile paralysis of the upper extremity by cross-union of nerve roots. *Br Med J* 1903; 2: 1035.
10. Millesi H: Verletzungen des plexus brachialis en allg. Und spezielle chirurgische Openstionlerc. Berlin: Springer; 1972. p. 245.
11. Morelli E, MD: Comunicación personal. 1984.
12. Narakas AO, Hentz VR, MD: Neurotización in brachial plexus injuries. *Clin Orthop Rel Res* 1988; 237: 43.
13. Seddon L: The management nerve grefting. *J Bone Joint Surg* 1963; 45 B: 447.
14. Tsuyama N, Hara T: Intercostal nerve transfer in the treatment of brachial plexus injury of root avulsion type. *Excepta Medic Int. 12th Congress Series* 291, (SICOT TEL AVIV 1972) 351.
15. Tuttle H: Exposure of the brachial plexus with nerve transplantation. *JAMA* 1913; 61: 15.
16. Yeoman PM, Seddon HJ: Brachial plexus injuries. Treatment in the Flail arm. *J Bone Joint Surg* 1961; 43B: 493.

