



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS

PARÁLISIS DE PLEXO BRAQUIAL OBSTÉTRICO

Trabajo final de graduación sometido a la consideración del Comité de Ortopedia y  
Traumatología para optar por el grado y título de especialista en Ortopedia y  
Traumatología

DR. GIAN PAOLO LOO FUCHS

TUTOR: DR. DIEGO DÍAZ SALAS

2023



Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Gian Paolo Leo Techs, con cédula de identidad 115300923, en mi condición de autor del TFG titulado Pumlisis de p... bragual Ontenico

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI [X] NO \* [ ]

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Gian Paolo Leo Techs
Número de Carné: B09140 Número de cédula: 115300923
Correo Electrónico: gpaolot@gmail.com
Fecha: 17/4/23 Número de teléfono: 6150 6404
Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Diego Díaz Salas

[Handwritten signature]
FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

## Carta de aprobación del filólogo

Cartago, 05 de abril de 2023

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, mayor, casada, filóloga, incorporada a la Asociación Costarricense de Filólogos con el número de carné 0247, portadora de la cédula de identidad número 3-0447-0799 y, Daniel González Monge, mayor, casado, filólogo, incorporado a la Asociación Costarricense de Filólogos con el número de carné 0245, portador de la cédula de identidad número 1-1345-0416, ambos vecinos de Quebradilla de Cartago, revisamos el trabajo final de graduación que se titula: *PARÁLISIS DE PLEXO BRAQUIAL OBSTÉTRICO*, sustentado por Gian Paolo Loo Fuchs.

Hacemos constar que se corrigieron aspectos de ortografía, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto. A pesar de esto, la originalidad y la validez del contenido son responsabilidad directa de la persona autora.

Esperamos que nuestra participación satisfaga los requerimientos de la Universidad de Costa Rica.

X

---

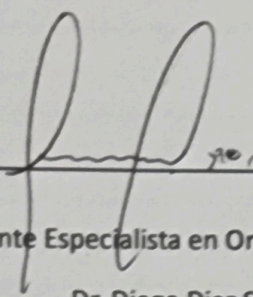
Elena Redondo Camacho  
Filóloga - Carné ACFIL n.º 0247

X

---

Daniel González Monge  
Filólogo - Carné ACFIL n.º 0245

Este trabajo final de graduación fue aceptado por el comité de la Especialidad en Ortopedia y traumatología del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Ortopedia y traumatología.

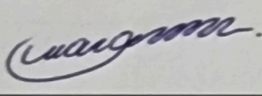


---

Médico Asistente Especialista en Ortopedia y Traumatología

Dr. Diego Diaz Salas

Tutor.

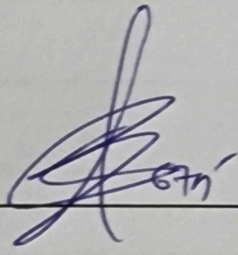


---

Médico Asistente Especialista en Ortopedia y Traumatología

Dr. Max Salazar Mendez

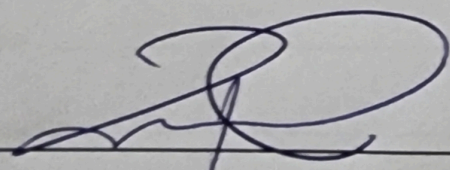
Lector.



---

Dr. Esteba Zamora Estrada. Médico Asistente Especialista en Ortopedia y Traumatología

Jefe del Postgrado de Ortopedia y Traumatología.



---

Dr. Gian Paolo Loo Fuchs

## Índice

1. Introducción .....	1
2. Justificación .....	1
3. Anatomía .....	2
4. Epidemiología .....	6
5. Fisiopatología de la lesión .....	7
6. Clasificación .....	8
7. Diagnóstico .....	11
8. Evaluación .....	11
9. Manejo .....	15
9.1. Manejo conservador y rehabilitación .....	15
9.2. Manejo quirúrgico .....	18
9.3. Indicaciones .....	18
9.4. Metas .....	19
9.5. Técnica quirúrgica .....	20
9.6. Complicaciones .....	24
9.7. Resultados .....	24
9.8. Reconstrucción .....	25
10. Conclusiones .....	27
Bibliografía .....	29

## Resumen

La patología del plexo braquial obstétrico es una que ocurre con cierta frecuencia y que en el medio pasa desapercibida con inicios de control tardíos y con grandes repercusiones futuras para el paciente. Con el paso del tiempo se han logrado avances importantes desde el punto de vista microquirúrgico que ayudan a realizar procedimientos con mayor tasa de recuperación a temprana edad, mejorando el futuro funcional del paciente. El objetivo de esta revisión es dar a conocer los diferentes aspectos de esta patología, desde su origen hasta todas las opciones de tratamiento, como terapia física y rehabilitación, y todos los procedimientos quirúrgicos que se tienen al disposición. De esta manera, se crea consciencia para darle un mejor manejo al paciente en el futuro.

## **Abstract**

Brachial plexus palsy is a neonatal injury that happens very frequently that often goes undiagnosed. It is a common occurrence that patients with this disease start control later in life with great repercussions in their overall extremity function. With development in new techniques in the microsurgical field we've been able to do surgeries at much an earlier stage in life with better outcomes and prognosis. The purpose of this review is for the reader to know all the different aspects of this disease starting from its origin, how to diagnose it and to know all the different treatments techniques that are at our disposal from physical and occupational therapy to all the different surgical approaches. This way we are going to create more awareness about this problem to better treat our patients in the future, all of this will lead to better outcomes and less catastrophic repercussions.

## **1. Introducción**

La parálisis de plexo braquial obstétrico es una patología frecuente que se da por una lesión durante el nacimiento, asociada generalmente con trauma a nivel del canal de parto (1).

Esta patología puede tener una lesión que se presente tanto a nivel de sus raíces como a nivel de sus troncos con una severidad que varía a cada nivel. Esto puede ser desde una simple lesión neurológica transitoria hasta ruptura nerviosa que puede ser tan severa como una disrupción completa del nervio o una avulsión de la raíz desde su origen en la médula espinal.

Fue descrita por primera vez por Smellie que describió una lesión en un niño con afectación bilateral, el cual tuvo una recuperación veloz. Posteriormente, Duchenne reportó cuatro casos de parálisis flácida donde no había ningún control sobre el movimiento del hombro y el codo debido a una lesión en las raíces de C5 y C6. Dos años después Erb definió el nivel de la lesión que con mayor frecuencia se presentaba en el tronco superior. Klumpke encontró y describió lesiones aisladas en las raíces de C8 y T1 en 1885 (1,2).

En 1903 Kennedy describió reparaciones a nivel del tronco superior y demostró resultados satisfactorios en un niño operado a los 2 meses de edad. En 1917, Wyeth y Sharpe reportaron procedimientos quirúrgicos en niños desde 1 mes de edad hasta los 3 meses según grado de severidad de su lesión con resultados mixtos (3).

Es importante para el médico diferenciar una lesión nerviosa periférica, la cual pueda estar sujeta a tratamientos estándar para su reparación, de aquellas lesiones que son centrales, las cuales son de peor pronóstico y son de un manejo quirúrgico mucho más dificultoso.

## **2. Justificación**

La patología de plexo braquial congénito es una enfermedad frecuente según estadísticas internacionales. Sin embargo, en Costa Rica es una patología a la cual se le ha dado poca importancia debido a la falta de conocimiento de esta y la falta de captación con la que se cuenta actualmente en los centros hospitalarios. El propósito de realizar esta revisión es

generar conocimiento sobre el tamizaje, factores de riesgo y dar a conocer las diferentes formas en las cuales es posible tratar a estos pacientes, tanto de manera quirúrgica como de manejo conservador y que se pueda informar sobre esta enfermedad tan poco entendida en nuestro medio. Se busca crear consciencia en los centros de salud e incluir las diferentes especialidades necesarias para tratar esta tan compleja patología, para que se realice una captación temprana con un tratamiento eficaz y, de esta forma, disminuir la cantidad de casos que pasan desapercibidos y se presentan con secuelas de su enfermedad, así como tratar de evitar actos quirúrgicos reconstructivos que son menos beneficiosos para los pacientes.

### **3. Anatomía**

Se debe tener una comprensión amplia de la anatomía, tanto del plexo braquial como del nervio para entender de manera adecuada el comportamiento que tiene esta enfermedad en sus diversas presentaciones.

El plexo braquial se compone de las raíces ventrales de C5 hasta T1, hay algunas variaciones que se pueden presentar con inicios en C4 en un 22 % de las personas, así como de contribución de T2 en 1 % de los casos (4). Las raíces de C5 y C6 se unen para formar el tronco superior, la raíz de C7 se convierte en el tronco medio y la combinación de C8 y T1 dan el tronco inferior. Cada tronco se separa en una división anterior y posterior.

Las divisiones anteriores del tronco superior y medio forman el cordón lateral, la división anterior del tronco inferior da el cordón medial y las divisiones posteriores de los 3 troncos dan el cordón posterior (4). Estas uniones dan las ramas terminales, el cordón medial da su rama terminal que es el nervio ulnar, el nervio musculocutáneo es del cordón lateral, el nervio axilar y radial son las ramas terminales del cordón posterior y el nervio mediano recibe contribuciones de los cordones medial y lateral. En el camino de la formación de las raíces nerviosas hasta los ramos terminales los músculos de la extremidad superior reciben también aporte neurológico de ramas específicas que se derivan de diferentes niveles del plexo braquial.

De las raíces nerviosas de C5, C6 y C7 surge el nervio torácico largo, de la raíz de C5 surge el nervio escapular dorsal, del tronco superior surge el nervio supraescapular. A

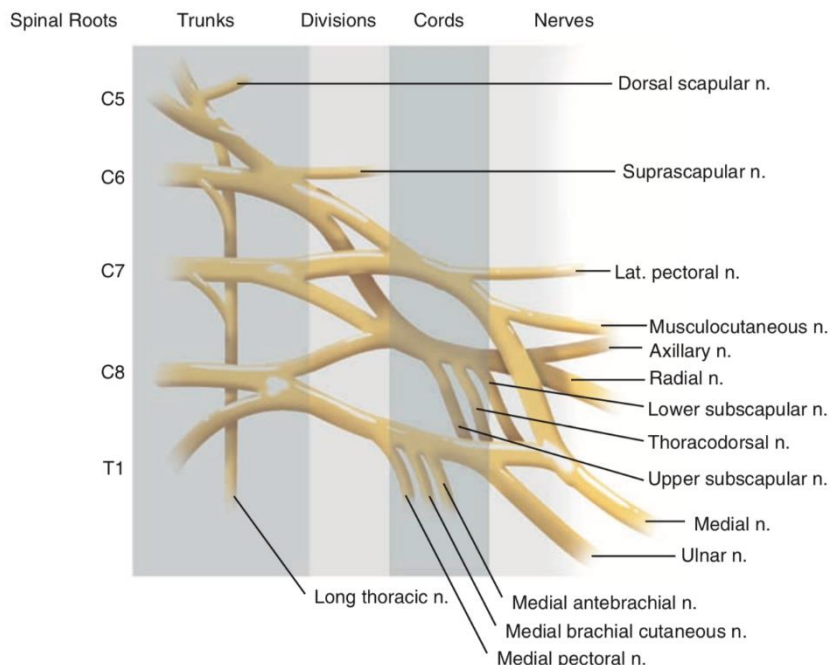
nivel de los cordones del lateral surge el nervio pectoral lateral, del cordón posterior nacen los nervios subescapular inferior, toracodorsal y subescapular superior. Del cordón medial nacen los nervios antebraquial medial, cutáneo braquial medial y el nervio pectoral medial (ver Figura 1).

El plexo braquial discurre dentro del triángulo interescalénico, el cual está limitado por el músculo escaleno anterior, posteriormente por el músculo escaleno medio e inferiormente por el borde superior de la primera costilla (ver Figura 2) (5).



**Figura 1**

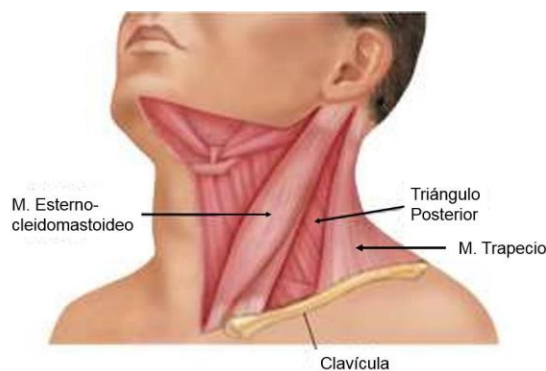
Anatomía del plexo braquial. Cortesía módulo 3, Lesión de plexo braquial. Dra. Claudia Lamas, Hospital Sant Pau i Sant creta, Barcelona



### **Figura 2**

Anatomía del triángulo interescalénico. Cortesía módulo 3, Lesión de plexo braquial. Dra. Claudia Lamas, Hospital Sant Pau i Sant creta, Barcelona

Después, el plexo braquial atraviesa el triángulo posterior del cuello, formado inferiormente por la clavícula, lateralmente por el músculo trapecio y, medialmente, por el borde posterior del músculo esternocleidomastoideo (ver Figura 3) (5).



### **Figura 3**

Anatomía del triángulo posterior del cuello. Cortesía módulo 3, Lesión de plexo braquial. Dra. Claudia Lamas, Hospital Sant Pau i Sant creta, Barcelona

Todos estos nervios que se han descritos son los que dan el estímulo motor y sensitivo que da la fuerza para realizar todos los movimientos complejos del brazo que se utiliza a

diario, así como la sensibilidad tan necesaria que permite diferenciar diferentes texturas y temperaturas.

Es importante también conocer de manera específica cuáles son los músculos inervados por el plexo braquial y con mayor interés cuál nervio en específico es el que proporciona la función. Esto ayuda a entender, de mejor manera, las manifestaciones clínicas que se tendrán. En el Cuadro 1 se pueden encontrar por separado los nervios y los músculos que ellos inervan.

### ***Cuadro 1***

Nervios del plexo braquial y su musculatura (6)

Nervio	Músculo
Torácico largo	Serrato anterior
Escapular dorsal	Romboides, elevador de la escápula
Supraescapular	Supra e infraespinoso
Pectoral lateral	Pectoral mayor y menor
Pectoral medial	Pectoral mayor y menor
Toracodorsal	Dorsal ancho
Subescapular	Subescapular, redondo mayor
Axilar	Deltoides, redondo menor
Musculocutáneo	Coracobraquial, Bíceps braquial, braquial
Mediano	Pronador redondo, flexor largo del pulgar, flexor profundo del 2.º y 3.º dedo, probador cuadrado, flexor carpo radial, flexor superficial de los dedos palmar largo, abductor corto del pulgar, flexor corto del pulgar y oponente del pulgar, primeros 2 lumbricales

Radial	Tríceps, ancóneo, braquiorradial, extensor carpo radial largo y corto, extensor carpo ulnar, extensor común de los dedos, extensor propio del índice, extensor propio del meñique, extensor largo del pulgar, extensor corto del pulgar, abductor largo del pulgar.
Ulnar	Flexor carpo ulnar, flexor profundo del 4.º y 5.º dedo, flexor del meñique, abductor del 5.º dedo, oponente del meñique, 4 interóseos palmares, 4 interóseos dorsales, aductor del pulgar, lumbricales 4 y 5

#### 4. Epidemiología

La incidencia internacional de parálisis de plexo braquial congénito se ha reportado aproximadamente en 0.4 a 2 por cada 1000 nacidos vivos. Existen diferentes reportes en la literatura en un estudio realizado por Evans-Jones en el Reino Unido e Irlanda donde siguieron a un recién nacido entre abril de 1998 y marzo de 1999 y encontraron 323 casos de un total de 776618 nacidos vivos, lo que les dio una incidencia de 0.42 por 1000 nacidos (7). Uno de los estudios más grandes reportados en cuanto a incidencia de la enfermedad se realizó en Suecia en la ciudad de Malmo descrito por Sjöberg, donde en todos los nacidos vivos en un periodo de 10 años se encontró una incidencia de 1.9 casos por 1000 nacidos vivos (1,7).

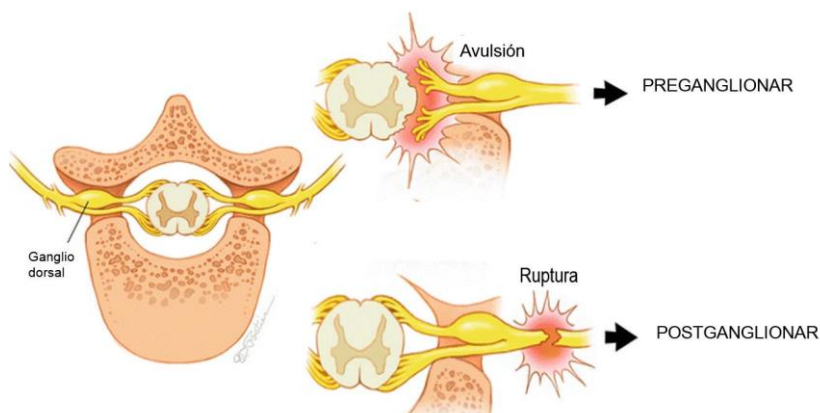
Si nos guiamos con esta casuística internacional en el año 2020 se reportaron 58 000 nacidos vivos, lo que debe dar un promedio mínimo de 24 casos en el ámbito nacional. De estos el género masculino y el brazo derecho se presentan con mayor frecuencia. Hay dos factores de riesgo principales que son la distocia de canal de parto y la macrosomía, se asocia también con el hallazgo de fracturas de clavícula, así como de húmero (8). Otros factores de riesgo agregados son mujeres multíparas, historia de embarazos previos complicados con parálisis de plexo braquial, labor de parto prolongado y parto asistido mediante fórceps o vacuo. Entre los factores protectores se ha visto que el nacimiento por cesárea y el peso

adecuado al nacer son los dos más importantes para tratar de reducir la probabilidad de una lesión al plexo braquial al mínimo (8).

## 5. Fisiopatología de la lesión

El mecanismo de lesión por lo general es mecánico, se trata de una lesión por tracción o estiramiento. La extensión de la lesión se define por la fuerza a la que se somete el nervio más la posición del brazo y cuello en el momento en el que la lesión se produce (9). Se separan en dos, las lesiones preganglionares y las posganglionares.

La lesión preganglionar se define como la que se produce dentro del foramen vertebral en el ganglio dorsal, mientras que la lesión distal al ganglio se clasifica como postganglionar (ver Figura 4) (10). La lesión infraclavicular posganglionar significa lesión de las cuerdas y las ramas terminales.



### **Figura 4**

Localización de las lesiones del plexo braquial. Cortesía módulo 3, Lesión de plexo braquial. Dra. Claudia Lamas, Hospital Sant Pau i Sant creta, Barcelona

El gran rango de movimiento de la columna cervical es un distintivo característico de las vértebras cervicales y los nervios espinales cervicales tienen algunos mecanismos de protección únicos. El primero de ellos es la movilidad libre de la vaina nerviosa, así como el ganglio dorsal y el nervio espinal dentro del foramen, lo que les permite a estas estructuras neuronales adaptarse a los movimientos de la columna cervical sin deformación o lesión (11). Una segunda característica es la adherencia de los nervios espinales y el proceso transversal a nivel de la columna cervical inferior. Cuando la fuerza de tracción afecta el nervio espinal,

esta adherencia del nervio espinal y del proceso transversal se desgarran en primer lugar. Si la fuerza de tracción es mayor, la vaina del nervio tira hacia adentro del foramen intervertebral y el desgarro se produce antes del de la raíz. Por esta razón, se requiere una fuerza considerable en el hombro y la parte superior del brazo para que se produzca la avulsión de la raíz (11,12).

Las lesiones del plexo braquial supraclaviculares son más frecuentes que las infraclaviculares y las raíces y los troncos se lesionan con mayor frecuencia que los demás componentes del plexo braquial. La posición del paciente y la ubicación de la extremidad superior en el momento de la lesión es el punto más importante para entender el mecanismo de la lesión (12). Cuando el cuello y el hombro se distraen en direcciones opuestas lo más frecuente es que haya una lesión del tronco superior, por lo que la forma más común de presentación en la parálisis de plexo braquial obstétrico es una lesión del tronco superior que involucra las raíces de C5-C6 seguido de una lesión asociada de C7 (13). Las lesiones completas son menos frecuentes, pero tienden a ser las que cursan con un peor pronóstico y menor potencial de recuperación.

## **6. Clasificación**

Históricamente, en el adulto las lesiones se dividen de manera anatómica en tres categorías diferentes que son la parálisis de Erb que involucra C5, C6 y puede estar o no incluida C7, la parálisis de Klumpke que involucra las raíces de C8 y T1 y la parálisis completa que involucra todas las raíces (3). Narakas describió una clasificación (ver Figura 5) que es la que más se utiliza actualmente al hablar de la parálisis de plexo braquial obstétrico que se separa en cuatro grupos: el grupo 1 son lesiones de C5 y C6, el grupo 2 son lesiones de C5, C6 y C7, el grupo 3 es una parálisis completa y el grupo 4 es donde hay una parálisis completa asociada con un síndrome de Horner.

<i>Group</i>	<i>Name</i>	<i>Roots Injured</i>	<i>Site of Weakness/Paralysis</i>	<i>Likely Outcome</i>
1	Upper Erb's	C5, C6	Shoulder abduction/external rotation, elbow flexion	Good spontaneous recovery in over 80% of cases.
2	Extended Erb's	C5, C6, C7	As above with drop wrist	Good spontaneous recovery in about 60% of cases.
3	Total palsy with no Horner syndrome	C5, C6, C7, C8, T1	Complete flaccid paralysis	Good spontaneous recovery of the shoulder and elbow in 30–50% of cases. A functional hand may be seen in many patients.
4	Total palsy with Horner syndrome	C5, C6, C7, C8, T1	Complete flaccid paralysis with Horner syndrome	The worst outcome. Without surgery, severe defects throughout the limb are expected.

**Figura 5**  
Clasificación de Narakas (14)

Es importante también conocer los diferentes niveles de lesiones nerviosas que es posible tener y cómo se clasifican. Entre estas se tiene la clasificación de Seddon (ver Tabla 2), que ha sido considerada la más útil y es la que más se utiliza para valorar el grado de lesión nerviosa.

El grado más leve de lesión se denomina neuropraxia y representa un bloqueo fisiológico a la conducción, pero sin alteración anatómica en la estructura del nervio. La recuperación espontánea generalmente ocurre en los 3 meses (15).

La axonotmesis es una lesión más grave, que consiste en una ruptura del axón, pero con indemnidad del endoneuro y de la membrana basal. Pasadas 48 a 96 horas después de la lesión, el segmento distal del nervio experimenta una degeneración walleriana, que es la degeneración distal de los axones y sus vainas de mielina (15). Los nervios que sufren axonotmesis pueden regenerar sin ningún tipo de intervención, pues se halla intacta la membrana basal, así como los tubos endoneurales, que proporcionan un andamio con el que puedan regenerar las fibras nerviosas.

Por último, el grado más severo de lesión es la neurotmesis, que representa la sección del axón, así como del endoneuro y de la membrana basal (16). Asimismo, pueden estar también interrumpidos el perineuro y el epineuro. Al igual que su predecesora, también se produce una degeneración walleriana, aunque en este tipo de lesión la pérdida de los elementos conjuntivos endoneurales evita que el nervio pueda regenerarse al no contar con un apropiado andamio. Es por esto por lo que la única opción para restaurar la función nerviosa es la reparación quirúrgica.

**Tabla 1**  
Clasificación de Seddon de las lesiones nerviosas (15)

Grado de Lesión	Lesión Anatómica	Evaluación Electrodiagnostica	Pronostico
Neuropraxia	Perdida focal de vaina de mielina, demás estructuras sin alteraciones	Normal distal al sitio de lesión, pero alterada a través de la lesión	Recuperación completa desde horas a pocos meses
Axonotmesis	Disrupción de vaina de mielina y axón, con conservación de tejido conectivo y degeneración Walleriana	No hay conducción, ni proximal ni distal a la lesión	Recuperación funcional generalmente ocurre de meses hasta años y puede no ser completa
Neurotmesis	Completa disrupción de vaina, axón y tejido conectivo, con degeneración Walleriana completa	No hay conducción, ni proximal ni distal a la lesión	La regeneración espontanea es imposible, puede ocurrir recuperación funcional con ayuda quirurgica, pero la recuperación total es inusual

Posteriormente, Sunderland amplió esta clasificación estableciéndola con base en el pronóstico. Subdividió la axonotmesis de Seddon en tres grados en función del grado de lesión del componente conectivo del nervio (ver Tabla 3):

Tipo I: equivalente a la neuroapraxia. Se produce un bloqueo de la conducción nerviosa sin que exista degeneración walleriana. La recuperación funcional es completa tras unas semanas o meses. Tipo II: el endoneuro y el perineuro se hallan anatómicamente intactos, pero los axones están interrumpidos fisiológicamente. La regeneración axonal está dirigida a lo largo de su recorrido original y es posible una recuperación funcional completa. El tiempo de recuperación depende del nivel de la lesión y de la llegada de los axones al tejido diana. Tipo III: el endoneuro está interrumpido, quedando íntegro el perineuro. La recuperación funcional es incompleta. Tipo IV: la fibrosis interfascicular y la degeneración retrógrada son más severas, por lo que la recuperación es mínima. Precisa la resección del segmento lesionado y una posterior reconstrucción quirúrgica con un segmento nervioso. Tipo V: equivalente a la neurotmesis, en la que existe una disrupción fisiológica del nervio. La recuperación funcional espontánea no existe (16).

**Tabla 2**

Clasificación de Sunderland de las lesiones nerviosas (16)

Seddon	Suderland	Estructura lesionada	Clínica	Afectación nerviosa	Recuperación
Neurapraxia	I	Mielina	Desmielinización segmentaria	Motora > sensitiva	+ (semanas)
Axonotmesis	II	Axón	Axón lesionado	Completa	+ (meses)
	III	Endoneuro	Patrón mixto: Axonotmesis/ neurotmesis	Completa	+/- desorganizada
	IV	Perineuro	Neurona en continuidad	Completa	-
Neurotmesis	V	Epineuro	Sección del tronco nervioso	Completa	-

## 7. Diagnóstico

La captación temprana de los recién nacidos con parálisis de plexo braquial obstétrico es importante para planear un tratamiento para seguir. Idealmente, rango de movilidad pasivos deben de iniciar a las 2 a 3 semanas de edad para evitar la formación de contracturas (17). Hay diferentes signos que nos pueden hacer pensar que se está ante una lesión severa como un síndrome de Horner que se compone de ptosis, miosis y anhidrosis y una extremidad flácida completamente. La historia natural de la enfermedad ha visto que aquellos lactantes que no recuperan fuerza de bíceps contra la gravedad a los 2 meses tienen más posibilidad de tener diferencias que son notables a través del tiempo (18).

## 8. Evaluación

La evaluación inicial consiste en una historia completa sobre el nacimiento para evaluar sobre posibles factores de riesgo que son mencionados, así como lesiones asociadas como fracturas, complicaciones respiratorias, síndrome de Horner, lesión de canal medular o lesiones del sistema nervioso central (19). Para determinar la extensión de la lesión neurológica se utiliza la escala de movimiento activo (ver Figura 6), este es un sistema que consiste en poner el lactante y observar la movilización de los diferentes grupos musculares durante una sesión de juego. Cada movimiento se examina primero sin gravedad y en movilidad

completa, si logra pasar esta prueba posteriormente se realiza la examinación contra gravedad.

Observation	Muscle grade
<b>Gravity eliminated</b>	
No contraction	0
Contraction, no motion	1
Motion $\leq 1/2$ range	2
Motion $> 1/2$ range	3
Full motion	4
<b>Against gravity</b>	
Motion $\leq 1/2$ range	5
Motion $> 1/2$ range	6
Full motion	7

**Figura 6**

Escala de movimiento activo (4)




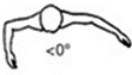

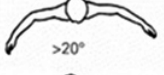









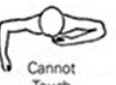


Además, se puede utilizar la escala de Toronto (ver Figura 7) que es una versión simplificada de la escala que se mencionó que valora la flexión y extensión de codo, extensión de muñeca, extensión de los dedos y extensión del pulgar contra gravedad (2). A cada movimiento se le da una puntuación de 0 a 2, para un total posible de 10. Un resultado menor que 3.5 a los 3 meses de vida predice un potencial de recuperación bajo a los 12 meses.

<b>Toronto Score Grading System</b>		
<b>Observation</b>	<b>Clinical Grade</b>	<b>Numerical Score</b>
No joint movement	0	<b>0</b>
- Flicker of movement	0 +	<b>0.3</b>
- Less than 50% range	1 -	<b>0.6</b>
50% range of movement	1	<b>1.0</b>
- More than 50% range	1 +	<b>1.3</b>
- Good but not full range	2 -	<b>1.6</b>
Full range of movement	2	<b>2.0</b>

**Figura 7**

Escala de Toronto para la valoración de parálisis de plexo braquial obstétrico (2)

La clasificación de Mallet modificada (ver Figura 8) se utiliza para la valoración de la funcionalidad del hombro, se compone de cinco grados y valora la funcionalidad del hombro para la abducción, rotación externa, logra mano boca, mano cuello y mano a columna (18).

	Not Testable	Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV	Grade V
Global Abduction	Not Testable	No function	 <30°	 30° to 90°	 >90°	Normal
Global External Rotation	Not Testable	No function	 <0°	 0° to 20°	 >20°	Normal
Hand to neck	Not Testable	No function	 Not possible	 Difficult	 Easy	Normal
Hand to spine	Not Testable	No function	 Not possible	 S1	 T12	Normal
Hand to mouth	Not Testable	No function	 Marked trumpet sign	 Partial trumpet sign	 <40° of abduction	Normal
Internal rotation	Not Testable	No function	 Cannot Touch	 Can touch with wrist flexion	 Palm on belly No wrist flexion	Normal

**Figura 8**  
Clasificación de Mallet modificada (18)

Estudios más invasivos como mielogramas, tomografía computarizada y resonancia magnética se utilizan como herramientas para ayudar en la evaluación del lactante con lesión de plexo braquial. Sin embargo, son estudios difíciles de aplicar en pacientes tan jóvenes debido a que no pueden mantenerse quietos para el examen, razón por la cual se necesitará algún tipo de sedación para llevar a cabo la prueba, lo que implica riesgos (20). Estudios de electrodiagnóstico se utilizan para saber la severidad de la lesión y pronóstico en cuanto a su recuperación. De la misma manera que en los estudios mencionados, se necesita de una sedación para realizar el examen. Por todas estas razones el examen físico es el estándar de oro para el manejo y toma de decisiones en estos pacientes (20).

## **9. Manejo**

### **9.1. Manejo conservador y rehabilitación**

En el manejo de la patología de plexo braquial obstétrico es importante siempre tener en cuenta la parte de rehabilitación y terapia ocupacional, ya que forman parte integral del manejo de estos pacientes. Es relevante siempre tener una relación cercana y comunicación abierta con él terapeuta físico para llegar a un plan de tratamiento que sea lo mejor para el paciente.

La valoración inicial del terapeuta debe incluir un historia clínica detallada del paciente, así como información detallada del fondo psicosocial del paciente y de su red de apoyo, ya que los cuidadores formarán parte integral en el momento de la terapia física (21). Deberán realizar mediciones de la fuerza muscular y rangos de movilidad, tanto pasivos como activos. El terapeuta debe tener experiencia en el trabajo con niños, pues son personas que no obedecen órdenes, debe buscar la forma de llevar a cabo una valoración adecuada con juegos y actividades donde el paciente se encuentre concentrado para lograr una aproximación adecuada de su función (21).

El manejo de estos pacientes requiere de una combinación adecuada de métodos de terapia física y ocupacional, preferiblemente de un profesional con experiencia y que se dedique primordialmente a rehabilitación de la extremidad superior. La terapia debe consistir en dar un rango de movilidad activo, pasivo y sensorial con actividades que sean apropiadas para la edad que promuevan el uso de la extremidad afectada (21).

Las técnicas que se utilizan deben promover la contracción muscular, la cual es importante en la formación del hueso y afecta la forma y su densidad. Por esto, es relevante realizar estos ejercicios regularmente para promover el desarrollo musculoesquelético. La movilidad del tejido blando, músculos, tendones, fascia y piel es necesaria para la movilidad normal de cada persona. Cuando una persona sin patología realiza movimientos el tejido blando se alarga y se acorta con el movimiento de las articulaciones, si el movimiento normal está restringido por alguna enfermedad ocasionará una contractura muscular, rigidez en el tejido blando y en las articulaciones, esto llevará a dolor, debilidad y discapacidad para llevar

a cabo las actividades de la vida diaria (22). Las contracturas son una complicación evitable en niños con lesiones neurológicas, en las etapas tempranas del desarrollo de contracturas los ejercicios de movilidad deben usarse para recuperar el rango de movilidad pasivo completo de la extremidad, de esta manera, se previene la aparición de contracturas irreversibles (22). La estimulación eléctrica es una técnica popular en el tratamiento de los niños con esta patología.

La cinemática adecuada de las articulaciones mantiene un movimiento normal de la extremidad. La elasticidad capsular permite el movimiento adecuado entre las superficies óseas de una articulación, cualquier restricción entre estas superficies ocasiona un movimiento anormal (23). Contracturas que sean ocasionadas por tejido blando o problemas articulares pueden evitarse con ejercicios de movilidad. Estos ejercicios incluyen estiramientos pasivos y activos, ejercicios de flexibilidad y movilización articular. En algunos casos la articulación glenohumeral pierde congruencia debido a la contractura de los rotadores internos, una vez llegado a este punto los ejercicios de rango de movilidad pasivo dejan de funcionar (23).

En niños con parálisis de plexo braquial, al hombro se le debe dar una consideración especial, ya que muchos de los músculos que realizan el movimiento del hombro se encuentran afectados por esta enfermedad. Es muy importante la estabilidad de la escápula cuando se estiran los músculos de la articulación glenohumeral. En estos pacientes los músculos con mayor tendencia a la contractura son aquellos que llevan a cabo la flexión, abducción y rotación externa del hombro (24). Luxación o subluxación posterior de la cabeza humeral generalmente resultan de un desbalance de las fuerzas musculares alrededor del hombro y la postura del brazo en aducción y rotación interna. Puede manifestarse clínicamente por una prominencia posterior en el hombro y por aplanamiento de la parte anterior cuando se compara con el hombro contralateral (24). El movimiento se encuentra limitado debido a que la cabeza humeral se encuentra fija en la pared posterior de la glenoide, puede haber dolor en la movilización pasiva.

La educación postural es una parte integral de la rehabilitación, cuando estos niños crecen empiezan a utilizar diferentes maniobras compensatorias para realizar los movimientos necesarios en la vida diaria. Estos movimientos compensatorios pueden llevar a posturas

aberrantes, un programa de rehabilitación debe corregir estos patrones de movimiento con enseñanza en el reclutamiento específico de grupos musculares para llevar a cabo un movimiento adecuado que promueva la alineación postural adecuada (24). El fallo en corregir estos movimientos erróneos con frecuencia causará debilidad muscular en el grupo de músculos que no se utiliza.

La escápula alada es un fenómeno frecuente que se ve principalmente en niños mayores con debilidad de los músculos del manguito rotador. La liberación miofascial del romboides, supra e infraespinoso y redondo mayor deben considerarse como parte del tratamiento en la patología del hombro (24). Esta técnica ayuda en la liberación del tejido que causa restricción y evita el movimiento normal a nivel escapulotorácico. Una serie de ejercicios de fortalecimiento de los músculos del manguito rotador que consiste en ejercicios de activación, tanto pasiva como activa, son de gran ayuda para el tratamiento de la debilidad de la extremidad superior.

Cuando hay algún déficit sensitivo, debe haber un enfoque en el entrenamiento de la propiocepción, del tacto y el campo visual para mejorar el desempeño motor de la extremidad. Actividades que promuevan la propiocepción de la articulación también deben considerarse para desarrollar adecuadamente el potencial motor y sensitivo de la articulación (25).

El uso de ortesis debe considerarse en los casos donde hay debilidad, contractura o para evitar el progreso de una deformidad. Las ortesis estáticas y dinámicas son de gran ayuda para los diferentes problemas que se pueden presentar, la indicación correcta de las ortesis se debe llevar a cabo con el consenso entre el terapeuta y médico tratante para definir el tratamiento por realizar y no ir en contra del proceso de rehabilitación del paciente (25).

Un programa de terapia en el hogar impartido por los cuidadores y de la mano de un terapeuta es de extrema importancia. Este programa debe incluir rangos de movilidad pasivos, técnicas de corrección de postura y actividades, según la edad del paciente, que incorporen la estimulación sensitiva y sensorial y trabajos de fuerza muscular (26). Rangos de movilidad pasivo se deben realizar con frecuencia para promover la formación normal de la articulación. La postura y la forma de cargar al niño también debe revisarse para que la extremidad afectada siempre se encuentre con una protección adecuada y soporte en cualquier posición, sea que este en supino, prono o sentado.

En cuanto a las terapias por realizar, hay de dos tipos que son las que más se utilizan en estos pacientes: el uso de calor y estimulación neuromuscular con electricidad. Las terapias con calor aumentan el metabolismo, promueven la circulación y brindan nutrientes al tejido conectivo, disminuyen el dolor y promueven la flexibilidad del tejido blando que es necesario para los ejercicios de estiramiento y de rango de movilidad pasivo (26). Esta modalidad de terapia se debe llevar a cabo bajo supervisión estricta debido a la falta de sensibilidad que se puede presentar en estos pacientes, lo que los puede predisponer a quemaduras.

La estimulación eléctrica se emplea mediante un grupo de estimuladores que utilizan corriente pulsátil alternante para la estimulación de los músculos inervados. Está indicado cuando una persona no es capaz de realizar actividades o ejercicios debido a dolor, restricción de movimiento u otras anomalías del sistema neuromuscular (26). El uso de este tipo de terapia ha sido reportado como beneficioso para el mantenimiento y el mejoramiento del rango de movilidad, lo que facilita la contracción muscular y disminuye la necesidad del uso de ortesis.

## **9.2. Manejo quirúrgico**

### **9.3. Indicaciones**

Es difícil discernir el momento adecuado para realizar cualquier tratamiento quirúrgico en pacientes con patología de plexo braquial obstétrico, ya que muchos de estos se recuperan de manera espontánea. Sin embargo, siempre hay un porcentaje aproximado de un 20 % al 25 % que tiene una afectación permanente en la extremidad donde la cirugía es indicada (27). Se ha llegado a un consenso general donde la reconstrucción microquirúrgica se debe llevar a cabo en bebés con lesiones completas de plexo y síndrome de Horner a los 3 meses de edad. No obstante, todavía hay controversia en cuanto al momento ideal para la intervención quirúrgica en las otras variaciones según la clasificación de Narakas ya expuesta (27).

No se ha logrado llegar a un consenso adecuado en cuanto a la valoración del niño y la recuperación espontánea de la fuerza muscular especialmente del bíceps. Se discute que aquellos con recuperación de la función del bíceps entre los 4 a 6 meses tienen peor pronóstico que aquellos que recuperan la función a los 3 meses y que los resultados de una

reparación microquirúrgica realizada después de los 6 meses tuvo una mejor recuperación de la función de la extremidad, comparada con aquellos en los que se optó por manejo conservador (28). En general, la clave es escoger el momento adecuado para una cirugía es asegurar que todas las personas pacientes con lesiones severas se sometan a tratamiento quirúrgico temprano y que a todas las personas pacientes que se pueden beneficiar de algún tipo de procedimiento quirúrgico se les ofrezca esa oportunidad.

En este trabajo se opta por definir los parámetros para cirugía de las personas pacientes con esta patología de la siguiente manera. Para pacientes con lesiones completas o datos sugestivos de una lesión preganglionar como el signo de Horner se indicará la cirugía a partir de los primeros 3 meses de edad. En aquellos pacientes con variaciones de parálisis de C5-C6 o extendida se decide el momento quirúrgico dependiente de la recuperación de la fuerza muscular del bíceps. En aquellos pacientes que no recuperen la fuerza muscular del todo o esta no logre vencer la gravedad se indicará un procedimiento quirúrgico a partir de los 6 meses de edad. Según las guías revisadas se ha visto mejoría en estos pacientes y recuperación de la movilidad de la extremidad en pacientes operados hasta los 14 meses de edad, por lo que se toma ese rango de edad como el adecuado para cualquier procedimiento microquirúrgico que trabaje directamente en el nervio.

#### **9.4. Metas**

Siempre que se aborde este tipo de pacientes con esta patología en específico es importante establecer metas de recuperación funcional y tener un canal de comunicación abierto con los cuidadores y ser claro sobre la función neurológica por recuperar y la expectativa propia como cirujano. Es relevante dar un mensaje claro al cuidador de que la posibilidad de recuperación funcional al 100 %, comparable con la extremidad sana, es de muy baja probabilidad, esto los prepara para tener una meta realista en cuanto a la recuperación y resultado quirúrgico.

Las funciones más importantes para recuperar son aquellas que son necesarias para realizar las actividades de la vida diaria de forma independiente. De esta manera, el manejo quirúrgico de estos pacientes, sea a nivel del nervio para recuperación neurológica, o bien algún procedimiento de reconstrucción de tejido blando, se enfoca en recuperar abducción

de hombro, flexión de codo, funcionalidad de la musculatura intrínseca de la mano y extensión de muñeca (29). Todos estos son rangos de movilidad necesarios y que se utilizan todos los días para las actividades básicas como llevar la mano a la boca para alimentación, la mano al cuello para cumplir con el aseo y la funcionalidad de la mano y la muñeca para agarre de objetos y motora fina (29).

### **9.5. Técnica quirúrgica**

Para exploración del plexo braquial en su totalidad se opta por una incisión a nivel cervical supraclavicular donde se logre exponer en su totalidad el plexo braquial. De esta manera, se pueden valorar las lesiones a nivel de C5, C6 y C7. En aquellos pacientes con lesiones completas se debe extender la exploración a nivel infraclavicular (30). Algunos cirujanos prefieren realizar osteotomía clavicular para mejorar la exposición, otros prefieren llevar a cabo exposición supra e infraclavicular sin tener que realizar un procedimiento óseo sobre la clavícula para que de esta forma se evite el riesgo de una posible no unión (30).

Comúnmente, se encuentra un neuroma del tronco superior, previamente se optaba por realizar una neurólisis. Sin embargo, con el paso del tiempo se ha logrado evidenciar que esta técnica no logra recuperar la abducción del hombro mayor que 90 grados ni una mejoría significativa en la fuerza muscular de la flexión del codo (30).

Se ha optado por utilizar resección de neuroma en su totalidad hasta tejido neuronal viable, que dentro de ciertos centros lo valoran realizando cortes y observación por microscopio a nivel intraoperatorio para valorar la cantidad de fibras de mielina y que estas mismas sean las adecuadas para un mejor resultado funcional (31). Otras escuelas optan por realizar la resección hasta que se vea un sangrado activo a través de los muñones dislates y proximales que traduce tejido sano. Una vez que se realiza la neurotomía y se decide la cantidad de tejido por resecar, se repara el defecto con injerto nervioso. Generalmente, el nervio donador proviene del nervio sural de una pierna o ambas según la cantidad de defecto presente. Cada nervio sural puede aportar aproximadamente 30 cm de longitud para injerto, aunque este no es el único nervio donador es el que se utiliza con mayor frecuencia. Entre los nervios donadores por considerar se encuentran los nervios intercostales y el nervio braquial medial o lateral (31).



**Figura 9**  
Neuroma de tronco superior



**Figura 10**  
Injerto de nervio sural



**Figura 11**

Reconstrucción con injerto de nervio sural en tronco superior de plexo braquial

Las transferencias nerviosas dentro del mismo plexo son un buen método por considerar para reconstrucción.

Las transferencias que se utilizan para reconstrucción intraplexo braquial variarán según la severidad de la lesión y de las raíces nerviosas involucradas. De esta manera, las combinaciones que más se usan son las siguientes.

Para lesiones de C5 y C6, C5 se realiza un injerto hacia la división posterior del tronco superior y C6 a la división anterior. Para lesiones de C5 y C6 más avulsión de C7, C5 se injerta a la división posterior de tronco superior y C6 al fascículo lateral. Lesiones de C5, C6, C7 con avulsión de C8 y T1, C5 se injerta al fascículo posterior, C6 al fascículo medial y C7 al fascículo posterior. Para lesión de C5, C6 con avulsión de C7, C8 y T1 las 2 raíces se injertan al fascículo posterior y medial respectivamente. Los nervios intercostales del 3.<sup>er</sup> a 6.<sup>a</sup> costilla se transfieren al fascículo lateral. Para lesión de C5 y avulsión de C6 a T1, C5 se injerta al fascículo medial y los nervios intercostales se transfieren al fascículo lateral. Si hay una avulsión de todas las raíces se puede realizar una transferencia de la raíz de C7 contralateral al nervio mediano mediante injerto de interposición, mientras que los nervios intercostales se transfieren al fascículo lateral. Si la avulsión de todas las raíces involucra una parálisis del nervio frénico, la raíz de C7 contralateral se transfiere tanto para recuperación

de función motora del bíceps como para la parte medial del nervio mediano, en estos casos se debe evitar el utilizar los nervios intercostales, ya que hay compromiso antes de la función respiratoria (30).

Entre las transferencias nerviosas por fuera del plexo braquial y que se utilizan con mayor frecuencia en las terminaciones nerviosas de este están las siguientes.

Para recuperación de la funcionalidad del hombro, tanto abducción como rotación externa, se utiliza la transferencia del par craneal 11 también llamado el nervio espinal accesorio al nervio supraescapular (31). Se ha descrito una doble transferencia en aquellos pacientes con recuperación de la abducción del hombro, pero que después de los 18 meses de edad no cuentan con ninguna fuerza para rotación externa, para estos pacientes se ha descrito realizar la transferencia del nervio accesorio espinal directamente a la rama nerviosa terminal de infraespinoso y la rama de la cabeza larga del tríceps a la rama terminal de músculo redondo menor, con el fin de recuperar la función motora de estos músculos para mejorar la rotación externa (20).

En casos de querer añadir abducción de hombro en aquellos pacientes que, además de tener una disfunción del territorio de inervación motora del nervio supraescapular presentan una afectación del nervio axilar con pérdida del músculo deltoides, se puede utilizar la rama motora de la cabeza larga del tríceps braquial como transferencia nerviosa al nervio axilar (31).

Para la recuperación de la flexión del codo, se han descrito varias transferencias, pero las que más se utilizan son las siguientes, en caso de tener función neurológica íntegra del nervio mediano y el nervio ulnar, se puede utilizar la transferencia de la rama motora del flexor *carpi ulnaris* al nervio musculocutáneo, o bien también se puede transferir la rama motora del músculo flexor *carpi radialis* al nervio musculocutáneo. En casos donde tengan lesiones completas del plexo braquial y no se cuente con función neurológica íntegra de los nervios donantes mencionados, se pueden utilizar los nervios intercostales de 3 costillas con mayor frecuencia, estas son la 3.<sup>er</sup>, 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup> costilla al nervio musculocutáneo, siempre y cuando el nervio frénico no se encuentre comprometido y no se cause mayor daño a la función respiratoria base del paciente (30).

En cuanto a transferencias, cuando se tiene una lesión del nervio mediano se puede realizar la transferencia de nervios intercostales como la antes descrita para el nervio musculocutáneo.

Cuando se tiene déficit de extensión de codo en lesión de plexo braquial se puede realizar una transferencia nerviosa de la rama anterior del deltoides a la cabeza larga del tríceps braquial y para la recuperación de la extensión de muñeca, en casos que tengan la presencia de extensión de codo, se puede llevar a cabo la transferencia de la rama motora de flexor carpi radialis al nervio interóseo posterior (31).

Para la recuperación de la musculatura intrínseca de la mano, en casos de disfunción del nervio ulnar se puede realizar la transferencia de la rama motora del músculo pronador cuadrado al nervio ulnar a nivel de la muñeca (31).

## **9.6. Complicaciones**

En todos estos procedimientos previamente descritos siempre se está sujeto a presentar complicaciones. Entre las que pueden suceder y que se deben conocer en el momento operatorio están extubación, edema pulmonar (estas últimas se relacionan con la duración del tiempo quirúrgico), lesión del nervio frénico, daños a vasos circulantes y la falla terapéutica de la cirugía realizada. No se han reportado en ningún estudio tasas de mortalidad elevadas (30).

## **9.7. Resultados**

Cuando se realizan procedimientos quirúrgicos para la recuperación de función neurológica y se trabaja directamente sobre el nervio, se debe tener claro que es una recuperación lenta para ver mejoría en cuanto a la función de esa extremidad. Cambios funcionales en el hombro y codo no se ven antes de los 9 meses, para extensión de muñeca y flexión de los dedos tomará un aproximado de 12 a 18 meses y para ver una mejoría en la funcionalidad de la musculatura intrínseca de la mano tomará un mínimo de 18 meses. El mejor momento para la evaluación de los resultados quirúrgicos es al final del crecimiento del niño o por lo menos un mínimo de 4 a 8 años. En cuanto a estadística de la recuperación de la función según grupo muscular se parte de que un 80 % de las personas pacientes tiene recuperación

adecuada de la musculatura del hombro, para el codo se logra un 81 % de buenos resultados y a nivel de la mano se logra recuperar un 76 % de la función.

### **9.8. Reconstrucción**

Los pacientes que con inicio de control tardío o en aquellos en donde la cirugía de nervio ha presentado alguna falla o no se ha logrado la recuperación deseada requerirán de procedimientos a nivel de tejido blando y óseo para tener una mejor función de la extremidad y lograr todas aquellas metas descritas en el inciso previo.

Las personas pacientes con afectación crónica en el hombro llegarán a desarrollar una inestabilidad de este con tendencia a la subluxación o luxación completa hacia posterior. Esto se debe a la pérdida de los músculos que ayudan con la rotación externa y la contractura de los músculos que realizan rotación interna (32). La contractura en rotación interna causa limitaciones importantes en la función de la extremidad, dificulta la llegada de la mano a la boca sin un signo de la trompeta marcado o compensación escapulotorácica, esto lleva a limitación en las actividades. La posición de la cabeza humeral en rotación interna también causará una displasia en la cavidad glenoidea que puede propiciar cambios irreversibles (32).

La deformidad glenohumeral ha sido clasificada mediante resonancia magnética, ultrasonido, así como con hallazgos artroscópicos. La ventaja del ultrasonido sobre los otros estudios diagnósticos es que da un buen panorama sobre congruencia articular desde una temprana edad. Se puede utilizar desde 1 año, con el gran beneficio de que no requiere de una anestesia o sedación para realizar el estudio como sí es necesario en la resonancia magnética (33).

En la resonancia magnética se valora el porcentaje de la cabeza humeral anterior a línea escapular media y en ángulo de versión glenoidea. Con estos parámetros se puede clasificar la gravedad de la lesión según la clasificación descrita por Waters (ver Figura 12).

Waters classification	Deformity severity	Description
Type I	Normal glenoid	< 5° Difference in retroversion compared with the normal side
Type II	Minimal deformity	> 5° Difference in retroversion, no posterior subluxation
Type III	Moderate deformity	< 35% Humeral head anterior to the bisecting line of the scapular blade
Type IV	Severe deformity	Presence of a false glenoid
Type V	Humeral head deformity	Flattening of the humeral head and glenoid with progressive or complete dislocation of the humeral head
Type VI	Infantile dislocation	Dislocation of the glenohumeral joint in infancy
Type VII	Growth arrest	Growth arrest of the proximal humerus

### **Figura 12**

#### Clasificación de Waters para displasia glenoidea (33)

La clave en el momento de decidir sobre la reconstrucción a nivel del hombro es el estado de la articulación glenohumeral y la edad del paciente. La presencia o ausencia de deformidad glenoidea en la resonancia magnética se usa para determinar la necesidad de un procedimiento de reducción, ya sea de manera abierta o artroscópica o un procedimiento de salvamento óseo, esto lo define la severidad de la deformación glenoidea o de la cabeza humeral (34).

En pacientes jóvenes menores que 1 año que tienen un gran potencial de recuperación neurológica o son sometidos a algún procedimiento de reconstrucción microquirúrgica, se favorece la reducción cerrada y la colocación de un yeso toracobraquial que se utiliza por 6 semanas y, posteriormente, se utiliza un *splint* nocturno por 3 meses (34).

Cuando ya se llegó al tope de posible recuperación neurológica y se mantiene algún tipo de displasia glenoidea, se opta por una reconstrucción con reducción de la articulación y balance de tejido blando. Este procedimiento se puede realizar de manera abierta o artroscópica (35). El tratamiento en niños jóvenes consistirá en la liberación de la contractura muscular mediante una tenotomía o alargamiento del tendón del músculo subescapular y del músculo pectoral mayor (35). A este procedimiento se le puede asociar una transferencia tendinosa del dorsal ancho o redondo mayor al manguito rotador para ayudar a la abducción y rotación externa. Con la reducción adecuada de la articulación y balanceo de tejido blando la articulación remodelará en la mayoría de los casos (36).

En el caso de pacientes con debilidad para rotación externa, pero sin anomalía de la articulación glenohumeral, la transferencia tendinosa sin procedimiento articular es lo que se indica.

Para una deformidad glenoidea avanzada se opta por una osteotomía de anteversión glenoidea combinada con una transferencia tendinosa como se describió previamente. Esta se trata de una técnica agresiva que generalmente se resguarda para aquellos pacientes mayores con deformidades severas y se encuentran cercanos a la madurez esquelética con poco potencial de remodelación articular (36).

En cuanto a procedimientos de salvamento para contracturas de rotación interna en aquellos pacientes con pérdida funcional importante secundaria a una contractura o una deformidad glenohumeral, la osteotomía desrotativa de húmero se ha visto que mejora la función global del hombro. Sin embargo, para clasificar para este procedimiento quirúrgico el paciente debe cumplir con criterio de tener por lo menos 100 grados de movilidad rotatoria y una rotación interna adecuada, ya que al no tener estos criterios al realizar la osteotomía, el paciente perderá función en actividades como el aseo perianal, mano a abdomen y la habilidad para vestirse (36).

En resumen, las personas pacientes que clasifiquen para procedimientos quirúrgicos de reconstrucción son aquellas con secuelas de una falla en el momento de la recuperación neurológica. El énfasis debe ser hacia la articulación glenohumeral que puede cursar con grandes cambios displásicos. La meta de los procedimientos sobre hueso y tejido blando debe apuntar a mejorar la función de la extremidad y no causar mayores discapacidades (37).

## **10. Conclusiones**

La patología de plexo braquial obstétrico es una enfermedad que presenta muchos retos en el momento de tratarla. El diagnóstico es uno que hay que tener muy claro y es algo que se debe tener en mente, ya que es una enfermedad que puede pasar desapercibida. Es importante tener claras todas las herramientas diagnósticas a la disposición, desde el examen físico hasta estudios de extensión y tener presente que un examen físico específico y exhaustivo es lo único necesario para un diagnóstico adecuado. Es necesario considerar siempre las pautas y metas sobre el tratamiento quirúrgico y cuándo está indicado y el momento ideal en la edad del niño para cada procedimiento.

Se debe tener un amplio conocimiento de la anatomía de la extremidad superior y del plexo braquial para escoger de manera adecuada el tratamiento y la técnica quirúrgica apropiada. Siempre se debe tener presente la ventaja de la cirugía directa sobre el nervio mediante técnicas microquirúrgicas que pueden tener grandes beneficios en el paciente con una consecuente disminución en futuros procedimientos óseos y tejido blando.

Una vez que se llegó al manejo de secuelas del paciente ya sin pronóstico para mejoría neurológica, el enfoque debe ser en mayor instancia sobre la articulación del hombro y su preservación y la meta de evitar el desarrollo de una displasia. Cualquier procedimiento que se haga a nivel de tejido blando u óseo siempre debe ir en beneficio del paciente y siempre se debe tener presente que cualquier procedimiento puede tener posibles complicaciones y mayor pérdida de la funcionalidad. Por esto, la toma de decisiones no debe ser a la ligera.

Para concluir el trabajo se destaca lo importante que es tener una comunicación abierta con los cuidadores, ser informativo respecto a la enfermedad y cuánto compromete la extremidad, así como las futuras expectativas y realidades. De esta manera, los cuidadores tendrán un panorama claro sobre qué esperar en un camino muy largo que empieza desde el nacimiento y continúa el resto de la vida.

## Bibliografía

1. Foad SL, Mehlman CT, Ying J. The epidemiology of neonatal brachial plexus palsy in the United States. *J Bone Joint Surg Am*, 2008; 90:1258–1264.
2. Waters p. m. Comparison of the natural history, the outcome of microsurgical repair, and the outcome of operative reconstruction in brachial plexus.
3. Birth palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 1999; 81:649–659.
4. Curtis C, Stephens D, Clarke HM, Andrews D. The active movement scale: an evaluative tool for infants with obstetrical brachial plexus palsy. *J Hand Surg Am*, 2002; 27:470–478.
5. Michelow BJ, Clarke HM, Curtis CG, Zuker RM, Seifu Y, Andrews DF. The natural history of obstetrical brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg*, 1994; 93:675–680.
6. Van Gert, D. J., Pondaag, W. y Malessy, M. J. A (2001). Obstetric lesions of the brachial plexus. *Muscle and Nerve*, 24(11), 1451–1461.
7. Little KJ, Little KJ, Zlotolow DA, Zlotolow DA, Soldado F, Soldado F *et al.* Early functional recovery of elbow flexion and supination following median and/or ulnar nerve fascicle transfer in upper neonatal brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 2014; 96:215–221.
8. Liang Chen, MD, Yu Dong Gu, MD and Huan Wang, MD. Microsurgical reconstruction of Obstetric Brachial Plexus Palsy. 2008 Wiley Liss, Inc. *Microsurgery* 28: 108-112.
9. Yang G, Chang KW, Chung KC. A systematic review of outcomes of contralateral c7 transfer for the treatment of traumatic brachial plexus injury: part 2. Donor-site morbidity. *Plast Reconstr Surg*, 2015; 136:480e–489e.
10. Witoonchart K, Leechavengvongs S, Uerpairojkit C, Thuvasethakul P, Wongnopsuwan V. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part I: an anatomic feasibility study. *J Hand Surg Am*, 2003; 28:628–632.

11. Tse R, Marcus JR, Curtis CG, Dupuis A, Clarke HM. Suprascapular nerve reconstruction in obstetrical brachial plexus palsy: spinal accessory nerve transfer *versus* C5 root grafting. *Plast Reconstr Surg*, 2011; 127:2391–2396.
12. Oberlin C, Béal D, Leechavengvongs S, Salon A, Dauge MC, Sarcy JJ. Nerve transfer to biceps muscle using a part of ulnar nerve for C5–C6 avulsion of the brachial plexus: anatomical study and report of four cases. *J Hand Surg Am*, 1994; 19:232–237.
13. Mackinnon SE, Novak CB, Myckatyn TM, Tung TH. Results of reinnervation of the biceps and brachialis muscles with a double fascicular transfer for elbow flexion. *J Hand Surg Am*, 2005; 30:978–985.
14. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpaiojkit C, Thuvasethakul P. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part II: a report of 7 cases. *J Hand Surg Am*, 2003; 28:633–638.
15. M. Al Qattan, Amel El Sayed, A Al Zahrani, Sulaiman Almutairi. Narakas classification of obstetric brachial plexus palsy revisited. *Journal of Hand Surgery* 2009, 34: 788-91.
16. Bruna Lopes, Patricia Sousa, Rui Alvites, Mariana Branquinho, Ana Catarina Sousa, Carla Mendoca, Luis Miguel Atayde, Ana Lucía Luis, Artur Verajo y Ana Colette Mauricio. Peripheral Nerve Injury treatments and Advances: One Health Perspective. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23(2), 918.
17. MSNA, Barbara y Tubog, Tito (2017). The Prevention and Recognition of Ulnar Nerve and Brachial Plexus Injuries. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*. 32. 10.1016/j.jopano.2016.06.005.
18. Hogendoorn S, van Overvest KL, Watt I, Duijsens AH, Nelissen RG. Structural changes in muscle and glenohumeral joint deformity in neonatal brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 2010; 92:935–942.
19. Kim HM, Galatz LM, Das R, Patel N, Thomopoulos S. Musculoskeletal deformities secondary to neurotomy of the superior trunk of the brachial plexus in neonatal mice. *J Orthop Res*, 2010; 28:1391–1398.

20. Nikolaou S, Peterson E, Kim A, Wylie C, Cornwall R. Impaired growth of denervated muscle contributes to contracture formation following neonatal brachial plexus injury. *J Bone Joint Surg Am*, 2011; 93:461–470.
21. Crouch DL, Hutchinson ID, Plate JF, Antoniono J, Gong H, Cao G *et al*. Biomechanical basis of shoulder osseous deformity and contracture in a rat model of brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 2015; 97:1264–1271.
22. Soldado, F., Fontecha, C. G., Marotta, M., Benito, D., Casaccia, M., Mascarenhas, V. V., ... Kozin, S. H (2014). The role of muscle imbalance in the pathogenesis of shoulder contracture after neonatal brachial plexus palsy: A study in a rat model. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23, 1003–1009.
23. Soldado, F. y Kozin, S. H (2005). The relationship between the coracoid and glenoid after brachial plexus birth palsy. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 25(5), 666–670.
24. Sommarhem, A. J., Grahn, P. M. y Nietosvaara, Y. A (2015). Selective neurotization of the infraspinatus muscle in brachial plexus birth injury patients using the accessory nerve. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 136(6), 1235–1238.
25. Wang, J. P., Rancy, S. K., Lee, S. K., Feinberg, J. H. y Wolfe, S. W (2016). Shoulder and elbow recovery at 2 and 11 years following brachial plexus reconstruction. *The Journal of Hand Surgery. American Volume*, 41(2), 173–179. Capek L.
26. Clarke HM, Curtis CG. Neuroma-in-continuity resection: Early outcome in obstetrical brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg*, 1998; 102:1555–1562.
27. Malessy MJA, van Duinen SG, Feirabend HKP, Thomeer RTWM. Correlation between histopathological findings in C-5 and C-6 nerve stumps and motor recovery following nerve grafting for repair of brachial plexus injury. *J Neurosurg*, 1999; 91:636–644.
28. Pondaag W, de Boer R, van Wijlen-Hempel MS, Hofstede-Buitenhuis SM, Malessy MJA. External rotation as a result of suprascapular nerve neurotization in obstetric brachial plexus lesions. *Neurosurgery*, 2005; 57:530–537.
29. Gu YD, Chen L, Shen LY. Classification of impairment of shoulder abduction in obstetric brachial plexus palsy and its clinical significance. *J Hand Surg*, 2000; 25:46–4.

30. Narakas A, Herzberg G. Neuro-neural intraplexal transfers in traumatic radicular avulsions of the brachial plexus. *Ann Chir Main*, 1985; 4:211–218.
31. La Scala GC, Rice SB, Clarke HM. Complications of microsurgical reconstruction of obstetrical brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg*, 2003; 111:1383–1388.
32. Stroöinbeck C, Krumlinde-Sundholm L, Remahl S, Sejersen T. Long-term follow-up of children with obstetric brachial plexus palsy. I. Functional aspects. *Dev Med Child Neurol*, 2007; 49:198–203.
33. Waters PM, Bae DS. The early effects of tendon transfers and open capsulorrhaphy on glenohumeral deformity in brachial plexus birth palsy. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*, 2009; 91 (Suppl 2):213–222.
34. Van Heest A, Glisson C, Ma H. Glenohumeral dysplasia changes after tendon transfer surgery in children with birth brachial plexus injuries. *J Pediatr Orthop*, 2010; 30:371–378.
35. Waters PM, Bae DS. Effect of tendon transfers and extra-articular soft tissue balancing on glenohumeral development in brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 2005; 87:320–325.
36. Dodwell E, O’Callaghan J, Anthony A, Jellicoe P, Shah M, Curtis C *et al*. Combined glenoid anteversion osteotomy and tendon transfers for brachial plexus birth palsy: early outcomes. *J Bone Joint Surg Am*, 2012; 94:2145–2152.
37. Di Mascio L, Chin KF, Fox M, Sinisi M. Glenoplasty for complex shoulder subluxation and dislocation in children with obstetric brachial plexus palsy. *J Bone Joint Surg Br*, 2011; 93:102–107.
38. Waters PM, Bae DS. The effect of derotational humeral osteotomy on global shoulder function in brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 2006; 88:1035–1042.