

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO EN MEDICINA



**OSTEOTOMÍA DESROTADORA DE HÚMERO EN PARÁLISIS BRAQUIAL
OBSTÉTRICA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

AUTOR: CALLE REDONDO, EDUARDO

TUTOR: GARCÍA LÓPEZ, ANTONIO

COTUTOR: GUTIÉRREZ PEREIRA, JAVIER

Departamento y Área: Patología y Cirugía, Traumatología y

Ortopedia. **Curso académico:** 2023-2024

Convocatoria de Febrero

ÍNDICE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	4
RESUMEN/ ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓN:.....	9
1.1 PARÁLISIS DEL PLEXO BRAQUIAL OBSTÉTRICA.....	9
1.1.1 Fisiopatología y regeneración nerviosa	9
1.1.2 Epidemiología	10
1.1.3 Fases evolutivas	10
1.2 CLASIFICACIÓN DE LA PPBO	13
1.3 DISPLASIA GLENOHUMERAL	14
1.3.1 Definición.....	14
1.3.2 Clasificación.	14
1.4 OSTEOTOMÍA DESROTADORA DE HÚMERO.....	18
1.4.1 Historia	18
1.4.2 Técnica quirúrgica	19
1.4.3 Complicaciones y limitaciones.....	20
1.5 TRIANGLE TILT/MOD QUAD	20
1.6 OSTEOTOMÍA HUMERAL TRIPLANAR	21
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	22
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	23

5. RESULTADOS	24
5.1 OSTEOTOMÍA DESROTADORA DE HÚMERO.....	24
5.2 ALTERNATIVAS QUIRÚRGICAS	26
5.2.1 “TRIANGLE TILT/MODQUAD”.....	26
5.2.2 OSTEOTOMÍA HUMERAL TRIPLANAR.....	30
6. DISCUSIÓN	31
7. CONCLUSIONES	34
8. BIBLIOGRAFIA	35



ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- PPBO: Parálisis del plexo braquial obstétrica
- ODH: osteotomía desrotadora de húmero
- CRI: contractura en rotación interna
- ABD: abducción
- ADD: aducción
- EMM: Escala de Mallet modificada
- TTMQ: “triangle tilt/ModQuad”
- OHT: osteotomía humeral triplanar



RESUMEN/ ABSTRACT

Introducción: La parálisis del plexo braquial obstétrico (PPBO) es una patología producida por la lesión del plexo braquial en el momento del parto y generalmente asociada a distocia de hombros. Su incidencia es de 0,6 a 2,6 casos por cada 1.000 recién nacidos vivos y la clínica asocia disfunción y deformidad del miembro superior.

El objetivo de nuestra revisión bibliográfica es comparar la cirugía de osteotomía desrotadora de húmero (ODH) como técnica gold standard en el tratamiento de la PPBO con las diversas alternativas quirúrgicas, del mismo modo que el análisis de los beneficios, limitaciones y aspectos de mejora de la ODH.

Material y métodos: Se realiza una búsqueda bibliográfica de los estudios publicados entre el 2005 al 2023 sobre resultados de la cirugía de osteotomía de húmero en parálisis braquial en la literatura científica. Se utilizó como principal buscador Pubmed y se complementó con búsquedas en Scopus y Elsevier. Para evaluar los resultados se unificaron según la escala de Mallet modificada (EMM).

Resultados: Después de aplicar criterios de inclusión y exclusión se obtuvieron 24 artículos entre los que se incluyen metaanálisis, estudios observacionales y estudios experimentales que analizan los resultados postoperatorios de las diferentes técnicas quirúrgicas de la PBO, así como sus principales beneficios y limitaciones.

En términos generales, la ODH mejora los resultados de la funcionalidad de la extremidad superior afectada independientemente de la técnica. Sin embargo los resultados de la ODH son inferiores a los reportados en los estudios tras someterse a las cirugías “Triangle Tilt/ModQuad” (TTMQ) y osteotomía humeral triplanar (OHT), técnicas que también permiten

restaurar la función de la línea media, y que además reportan mejoras de hasta 6 puntos para la EMM.

Conclusiones: La osteotomía desrotadora de húmero sigue siendo la técnica gold standard para tratar la PPBO en pacientes mayores de 7 años, con resultados funcionales óptimos. Sus resultados en términos de ganancia de funcionalidad de la línea media son excepcionales, sin embargo, las novedosas técnicas “triangle tilt/Mod Quad” y la osteotomía triplanar no solo mejoran a la ODH en términos de línea media, sino que también optimizan los resultados para el resto categorías Mallet.

Consideramos que la aplicación de guías personalizadas de impresión 3D en cirugías de ODH puede mejorar los resultados funcionales de la técnica.

Palabras clave: Parálisis braquial obstétrica, disfunción glenohumeral, osteotomía desrotadora de húmero, triangle tilt , osteotomía humeral triplanar.

SUMMARY/ KEYWORDS

Introduction: Obstetric brachial plexus palsy (PPBO) is an affliction produced by an injury in brachial plexus during delivery in birth and commonly related to shoulder dystocia. Its incidence is about 0,6 to 2,6 every 1000 live births, and it is clinically associated with glenohumeral joint dysfunction and deformity in upper extremities.

The objective of our bibliographic revision is to compare derotational humeral osteotomy as gold standard technique in Obstetric brachial plexus palsy treatment to other surgery alternatives, as well as analyze benefits, limitations and tricks to improve ODH.

Material and methods: A bibliographic review is carried out for studies published between 2005 and 2023 on the results of humeral derotational osteotomy surgery in brachial plexus birth palsy. Pubmed was used as the principal resource. Scopus and Elsevier were used too. To evaluate results, all of them were aligned according to modified Mallet scale (EMM).

Results: After applying search inclusion and exclusion criteria we have obtained 24 articles including metanalysis, observational studies and experimental studies which analyses postoperative results in every different PPBO treatment techniques, as well as their principal benefits and limitations.

In general terms, ODH can improve functional results in the affected upper extremity regardless of the technique application. However, ODH results seems to be inferior to Triangle Tilt (TTMQ) and Triplanar humeral osteotomy (OHT). Both last procedures can also restore midline functionality in addition to improving Mallet scale score up to 6 points.

Conclusion: Derotational humeral osteotomy (ODH) is currently the gold standard technique to treat patients older than 7 years, with successful functional outcomes. Its results in terms

of upgrading midline functionality are also outstanding. However, recent procedures such as Triangle tilt/Mod Quad (TTMQ) and Triplanar humeral osteotomy (OHT) may not only improve ODH in midline functionality outcomes but also optimize every Mallet scale category punctuation.

Keywords: Obstetric brachial palsy, glenohumeral dysfunction, derotational humeral osteotomy, triangle tilt, triplanar osteotomy.



1. INTRODUCCIÓN:

1.1 PARÁLISIS DEL PLEXO BRAQUIAL OBSTÉTRICA

La parálisis del plexo braquial obstétrica (PPBO) es una patología producida por la lesión mecánica del plexo braquial en el momento del parto. Dicha lesión produce una denervación de los músculos inervados por las raíces nerviosas dependientes del plexo braquial ^{1,2}. La clínica puede ser muy variada, y dependerá principalmente de la extensión y localización de la lesión¹.

Existen dos tipos fundamentales de lesiones del plexo braquial. Las producidas en el momento del parto u obstétricas, generalmente por distocia de hombros, y aquellas en el adulto principalmente relacionadas con accidentes en motocicleta ^{3,4,5}.

Las lesiones obstétricas se producen bien por un canal del parto estrecho o bien por un feto macrosómico. El mecanismo lesional es debido al estiramiento nervioso producido por una tracción lateral del hombro que queda atrapado antes de la sínfisis del pubis de la gestante, lesionando así el plexo braquial ^{5,7}.

1.1.1 Fisiopatología y regeneración nerviosa

Las lesiones son clasificables según su localización en preganglionares o postganglionares. Las preganglionares son aquellas que se producen entre la médula y sus raíces, es decir, en la transición entre el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico. Estas lesiones son las de peor pronóstico, su principal mecanismo lesional suele ser por avulsión o arrancamiento⁶ y asocian signos y síntomas clínicos característicos como la parálisis diafragmática, la presencia de escápula alada, el síndrome de Horner o la evidencia radiológica de pseudomeningocele ^{8,9}.

Las lesiones postganglionares, sin embargo, se asocian a mejor pronóstico y se localizan después del agujero de conjunción. Su mecanismo lesional puede ser por estiramiento, compresión o aplastamiento y se diferencian de las anteriores, aparte de por su mejor pronóstico, por el signo de Tinel positivo ^{5,6}.

1.1.2 Epidemiología

Los progresos en la práctica obstétrica han permitido que en los últimos años la incidencia de la PPBO haya disminuido estimándose entre 0,6 a 2,6 casos cada 1.000 recién nacidos vivos ⁴. Los principales factores de riesgo para la PPBO son la presentación de nalgas, la macrosomía fetal, la distocia de hombros y la instrumentalización del parto ^{2,4,6}.

Generalmente son unilaterales, siendo bilaterales en un 5% de los casos. Por otro lado, es más frecuente la lesión del miembro superior derecho, debido a la alta prevalencia de presentación occípito ilíaca izquierda anterior en el recién nacido ⁴. A su vez, el tipo de lesión varía según la presentación del feto, siendo así más frecuente la lesión de raíces altas (C5-C6), con una proporción 4:1 respecto a la de raíces bajas, aunque también pueden lesionarse las raíces de todo el plexo ⁶.

1.1.3 Fases evolutivas

La PPBO es una patología con evolución característica donde juega un papel fundamental la capacidad regenerativa nerviosa, ya que gran parte de los pacientes recuperan su función en los primeros meses. Por este motivo, la actitud inicial debe ser expectante. Sin embargo, existe concordancia entre autores que determinan que, si a partir de los tres meses no se recuperan

las principales funciones, se debe realizar una cirugía exploratoria y reparadora del plexo para evitar que la deformidad avance y derive en secuelas tanto funcionales como anatómicas^{7,8}.

La literatura habla de tres etapas principales en la PPBO y establece sus diferentes opciones de tratamiento^{7,10} (tabla 1).

Etapa	Opciones terapéuticas
1º Etapa: entre los 3 y 18 meses. CIRUGÍA REPARATIVA O PRIMARIA	Neurolisis, transferencias nerviosas o más comúnmente injertos nerviosos
2ª Etapa: entre 18 meses y 6 años CIRUGÍA RECONSTRUCTIVA	Transferencias musculares y tendinosas, liberación de contracturas y corrección de subluxaciones.
3ª Etapa: mayores de 6 años CIRUGÍA PALIATIVA	ODH, TTMQ, OHT.

Tabla 1: Etapas de la PPBO y tratamiento^{7,10}.

Los tratamientos más adecuados según fase y tipo de paciente fueron publicados también por Bahm en 2016¹⁰ (tabla 2).

Tipo de paciente	Estrategia a seguir
Precoz (1 mes vida): CRI con subluxación cabeza humeral	Reducción cerrada e inmovilización con yeso
Contractura en rotación interna (CRI) precoz progresiva con cabeza humeral congruente	Fisioterapia o toxina botulínica (ocasional)
CRI antes de 2 años que no responde a fisioterapia	Resección anterior músculo subescapular
Ausencia de ABD entre 6 y 18 meses	Neurotización nervio supraescapular
Ausencia de ABD o ADD después de 2 años	Transferencia muscular selectiva
Ausencia/debilidad ADD después 4 años	Osteotomía desrotadora de húmero

Tabla 2: Estrategia descrita por Bahm para el tratamiento de la PPBO ¹⁰.

En la PPBO, el balance rotacional de la articulación glenohumeral está frecuentemente alterado provocando una CRI que a largo plazo provoca subluxaciones/luxaciones de hombro, debilidad muscular y deformidades óseas ^{5,10}.

La posición de brazo endorrotado, adducto, extendido y supinado modifica el arco de función que choca con el abdomen y no permite el movimiento fisiológico del miembro, por lo que el paciente no puede llevarse la mano a la boca, nuca o genitales, y en definitiva, provoca la pérdida de la función de la línea media ^{5,9,11}.



Figura 1: **A:** Paciente PBO sin intervención previa. Observamos disfuncionalidad glenohumeral, con brazo aducto/endorrotado y consiguiente pérdida de línea media; **B/C:** Paciente tras ser sometido a osteotomía de húmero. Observamos mejoría funcional.¹⁴

A la hora de evaluar cualquier lesión del plexo braquial, deberemos examinar la extensión, localización y severidad. Respecto a la preferencia de reconstrucción, debemos priorizar la mano, posteriormente el codo y por último el hombro ¹⁰.

1.2 CLASIFICACIÓN DE LA PPBO

Se pueden establecer de forma anatómica dos tipos fundamentales de PPBO. Por un lado la parálisis de raíces altas, C5-C6 o Parálisis de Erb-Duchenne, y por otro lado, parálisis de raíces bajas C8-T1 o parálisis de Dejerine-Klumpke ^{1,3,5}.

La primera asocia una deformidad que se conoce como “mayordomo que pide propina”, y la segunda asocia una deformidad de “mano en garra”⁵. El tipo Erb Duchenne asocia lesiones en los nervios axilar, que inerva el músculo deltoides; nervio musculocutáneo, que inerva el músculo bíceps; y nervio supraescapular, que inerva músculos supra e infraespinoso. Resultando como producto final una deformidad del miembro superior con aducción, rotación interna, extensión y pronación^{2,5}.

1.3 DISPLASIA GLENOHUMERAL

1.3.1 Definición.

Hablamos de displasia glenohumeral cuando se produce un desarrollo anómalo de la glena, caracterizado por una deficiencia ósea en las zonas posteroinferior de la cavidad glenoidea y adyacente al cuello escapular. Puede ser primaria y aparecer de forma aislada, o bien secundaria a diversos síndromes como la PPBO. En la actualidad se desconoce su patogénesis exacta, pero se cree que está relacionada con la osificación defectuosa del precartilago de la zona inferior de la cavidad glenoidea¹². La clínica más relevante es la inestabilidad de la articulación glenohumeral y el desarrollo de artritis precoz de la misma¹².

1.3.2 Clasificación.

Para la clasificación de las displasias glenohumorales podemos basarnos en dos modelos diferentes: por un lado, el radiológico, y por otro, el funcional.

- **Clasificación de Waters (modelo radiológico).**

La clasificación radiológica de Waters diferencia los tipos de lesión basándose en la retroversión glenoidea y subluxación de la cabeza humeral observadas mediante TC o RM¹³ (tabla 3).

Tipo	Hallazgo radiológico
T. I	Glenoides normal: < 5 grados de diferencia en retroversión
T. II	Mínima deformidad: > 5 grados de diferencia en retroversión
T. III	Subluxación cabeza humeral posterior (<35% respecto espina escapular)
T. IV	Presencia de falsa glenoides.
T. V	Luxación progresiva o completa de la cabeza humeral "flattening cabeza humeral"
T. VI	Luxación posterior infantil.
T. VII	Detención del crecimiento humeral proximal "Proximal humeral growth arrest"

Tabla 3: Clasificación de Waters ¹³.

La clasificación de Waters también tiene en cuenta las contracturas de partes blandas y la fuerza muscular. Además, nos permitirá diferenciar la conducta quirúrgica a seguir en tres grandes grupos de pacientes: por un lado, aquellos con una mínima deformidad, retracción de las partes blandas y/o debilidad muscular que requerirán transferencia del tendón conjunto. Y por otro lado, aquellos con una deformidad importante (luxación irreductible), artrosis o de mayor edad, que requerirán de osteotomía desrotadora de húmero. Sin embargo, los del grupo intermedio, requerirán reducción abierta ¹³.

- **Clasificación de Mallet (modelo funcional)**

La clasificación de Mallet fue creada en 1972, y es la escala más empleada para evaluar la funcionalidad en PPBO.

Esta escala tradicionalmente se ha basado en los rangos de abducción, rotación externa y los movimientos mano-espalda, mano-cuello, y mano-boca, siendo una de sus principales limitaciones la no inclusión de la rotación interna. Por esta razón, en la actualidad se emplea la denominada escala de Mallet modificada (EMM) (figura 2), la cual incluye la rotación interna. Se divide en 5 grados, siendo grado 1 un hombro con pérdida total de funcionalidad, y grado 5 una articulación normal.



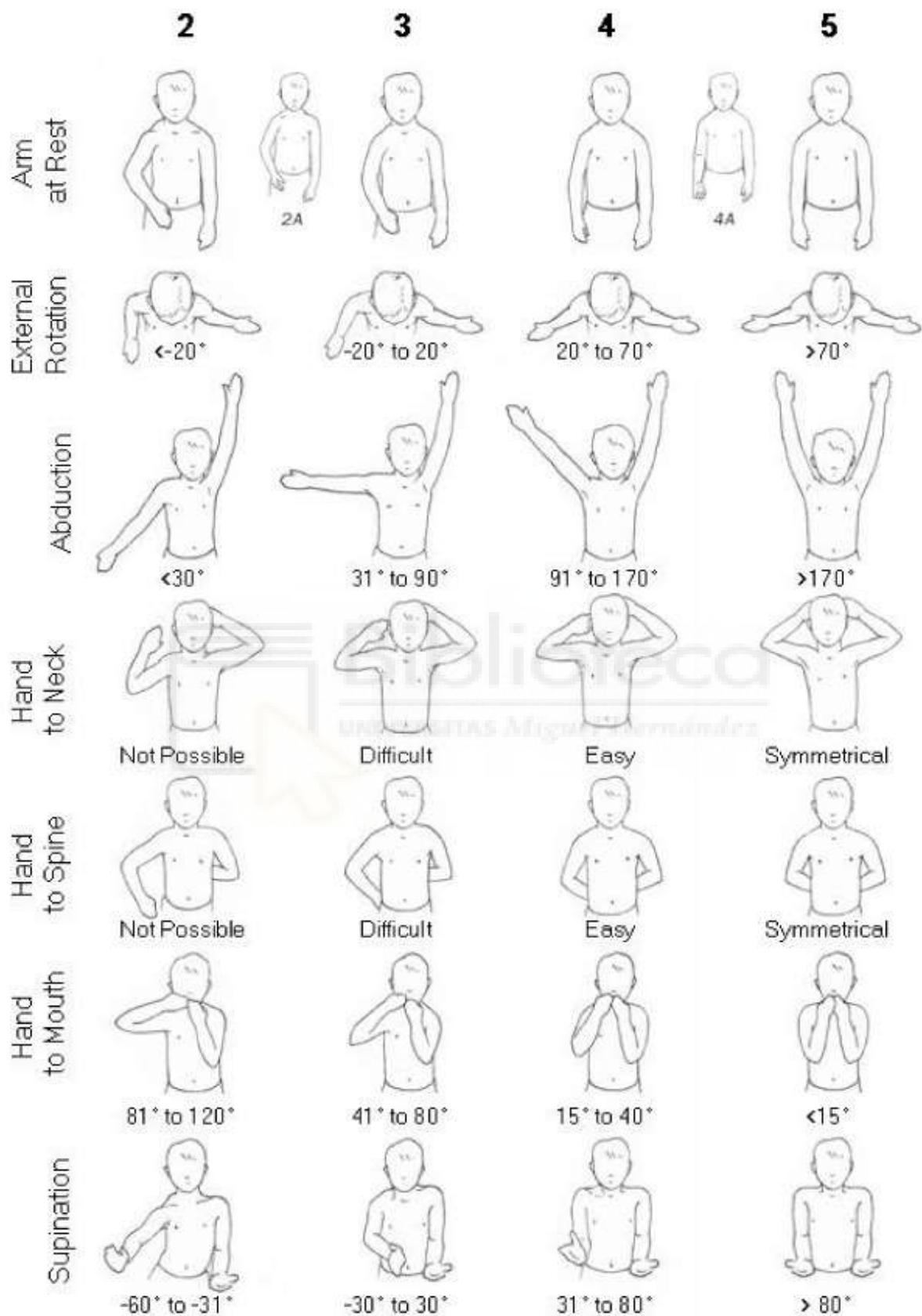


Figura 2: Representación de la EMM¹⁴.

1.4 OSTEOTOMÍA DESROTADORA DE HÚMERO

1.4.1 Historia

En 1914, Rogers fue el primer autor en recomendar la osteotomía desrotadora de húmero (ODH) en su porción proximal para el tratamiento de la PPBO ¹⁵. Desde entonces, numerosos autores recomiendan la ODH como la alternativa quirúrgica más adecuada para tratar las deformidades, contracturas en rotación interna y subluxaciones posteriores de la cabeza glenohumeral asociadas a la PBO.

Acan et al publicaron en 2017 ¹⁶ que gran parte de los cirujanos que optan por la ODH como tratamiento ideal para la PPBO avanzada no tienen en cuenta la discrepancia de longitud entre ambas extremidades. Este autor propuso la posibilidad de combinar una ODH y un clavo intramedular (figura 3). Esta nueva técnica además de permitir la mejoría funcional y la reorientación de la articulación, también permitiría una mejoría estética y una disminución en la pronación antecubital tras la corrección de la discrepancia longitudinal. Asimismo, el alargamiento de la extremidad permitiría una inserción deltoidea con mayor lateralización, y por consiguiente una mejoría en la abducción del hombro superior a la esperada. No obstante, se trata de una publicación basada en el reporte de tan solo un caso, solo aplicable a niños mayores o adultos y que requerirá de estudios prospectivos y con mayor casuística para evaluar sus efectos y limitaciones. En la literatura, 5-6 cm de discrepancia entre ambas extremidades es motivo para considerar la cirugía ¹⁶.

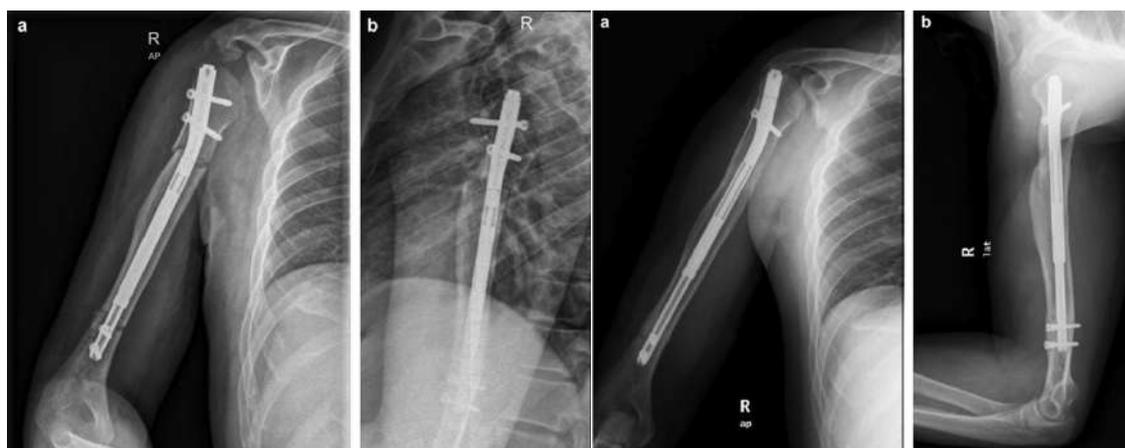


Figura 3: Proyecciones AP y lateral tras ODH con clavo intramedular. A/B izquierdas muestran resultados intraoperatorios, y A/B derechas muestran resultados 9 meses tras la cirugía ¹⁶.

Bahm por su parte, sugirió una modificación de ODH en 2013 ¹⁷, en la que empleaba fijadores externos para realizarlo de forma percutánea. Dicho autor recomienda hacer una pequeña incisión bajo la inserción del deltoides para minimizar cicatrices, y destaca la complejidad de mantener el control rotacional y angular en las ODH abiertas. Sin embargo, la técnica percutánea que aporta, permitiría un control de la angulación mucho más factible gracias a la versatilidad de los fijadores externos. Entre los efectos adversos, se mencionan el mayor riesgo de infección en los pines de los fijadores externos, siendo poco frecuente en edad pediátrica ¹⁷.

1.4.2 Técnica quirúrgica

En la ODH se realiza un corte transversal en la diáfisis del húmero, para conseguir rotar hacia externo la parte distal del hueso y poder así corregir el arco de función ¹⁸. Actualmente, gran parte de los cirujanos de PPBO la realizan a mano alzada utilizando como referencia una aguja de Kirschner en función de la exploración preoperatoria y el tipo de corrección que precise cada paciente. Por tanto, no es una técnica exacta. ^{18,19,20}.

1.4.3 Complicaciones y limitaciones

La literatura actual describe que el ratio de complicaciones para la ODH oscila entre el 10% y 20%, incluyendo como más frecuentes a las prominencias óseas debidas a la osteosíntesis, posibles fracturas distales a la placa y parestesias cubitales y/o del nervio radial ^{21,22}.

No obstante, en raras ocasiones se requiere de una revisión de la osteosíntesis a la hora de tratar las complicaciones asociadas a la ODH. Si se necesitara, la causa principal es la corrección insuficiente de la angulación ^{21,22}.

Por último, cabe destacar que Greenhill et al. en 2017 ²³ reportaron que 1 de cada 5 pacientes con PPBO desarrolla pérdida de funcionalidad de la línea media tras someterse a un algoritmo quirúrgico para la mejoría de la rotación externa o la corrección de otros ejes y movimientos igualmente relevantes. La mayoría de estos pacientes presentan lesiones permanentes que deberán ser tratadas mediante ejercicios en casa o fisioterapia para prevenir las contracturas y en ocasiones deberán ser reintervenidas.

1.5 TRIANGLE TILT/MOD QUAD

La intervención “triangle tilt/ModQuad”(TTMQ) es una técnica novedosa para tratar la PPBO. Consiste en la consecución de tres osteotomías junto a la rotación externa y supinación completa del antebrazo. En primer lugar, se realizan las osteotomías: de clavícula en su tercio medio y distal, de acromion en su unión a la espina escapular y por último, de escápula en su ángulo superior medial. Posteriormente, se procede a la rotación externa y supinación del antebrazo de aproximadamente 5 grados ^{24,25,26}.

La TTMQ debe ser lo más precoz posible. Aquellos pacientes candidatos que no reciben una intervención precoz tienden a desarrollar inestabilidad muscular y articular crónica con deformación ósea y mayor riesgo de luxación humeral ^{24,27}.

1.6 OSTEOTOMÍA HUMERAL TRIPLANAR

La osteotomía humeral triplanar (OHT) surge como alternativa quirúrgica más precisa a la ODH. Se realiza mediante una osteotomía y una ecuación matemática que nos permite su realización en tres planos y de forma más exacta ²⁸.

Para la realización del cálculo se extrae un modelo cilíndrico de la diáfisis humeral mediante AutoCAD, y se corta de forma oblicua en intervalos de 15 hasta 60 grados. El uso de un algoritmo matemático determina cuál debe ser la oblicuidad y el ángulo de corrección de la osteotomía para una mayor eficiencia en la corrección de la rotación interna, abducción y flexiones por contractura ²⁸.



Figura 4: Proyecciones AP y lateral intraoperatorias de la OHT ²⁸.

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, existen numerosas formas de abordar la PPBO. Sin embargo, todavía se siguen hallando importantes limitaciones en la mayoría de sus alternativas. La ODH es la técnica más empleada con resultados óptimos en la mayoría de casos, pero con amplio margen de perfeccionamiento.

Por este motivo, sería deseable la realización de una revisión bibliográfica que resuma los resultados de la literatura respecto al tratamiento de la PPBO, y de donde poder extraer qué técnicas presentan mejores resultados funcionales postquirúrgicos.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La ODH ofrece resultados postquirúrgicos inferiores a las nuevas alternativas quirúrgicas TTMQ y OHT.

OBJETIVOS PRINCIPALES:

- Comparación de resultados postquirúrgicos según la EMM entre las diferentes alternativas quirúrgicas.

OBJETIVOS SECUNDARIOS:

- Conocimiento de la historia, evolución, principales beneficios y limitaciones de la ODH a lo largo del tiempo para el tratamiento de la PPBO.
- Análisis de riesgos y beneficios de las técnicas TTMQ y OHT.
- Detección de puntos de perfeccionamiento y estrategias para mejorar los resultados postquirúrgicos de la ODH.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño: Se realiza una revisión bibliográfica de documentos acordes a la literatura sobre el tratamiento de la PPBO. Se seleccionan 24 artículos, entre los cuáles se incluyen metaanálisis, estudios observacionales y estudios experimentales que analizan los resultados pre y postoperatorios de las diferentes alternativas quirúrgicas para tratar la PPBO, así como sus principales limitaciones y beneficios.

Estrategia de búsqueda: Se realiza una búsqueda en la base de datos PubMed de todos los documentos, artículos y guías de práctica clínica publicadas por sociedades y profesionales médicos sobre el tratamiento de la PPBO hasta el momento. Se obtienen 639 resultados, y se opta por acotar la búsqueda en tiempo, solicitando artículos publicados desde 2005 hasta la actualidad, y emplear descriptores MeSH hallados en DeCS: “treatment” AND “brachial palsy” AND “humeral osteotomy”.

Con estos nuevos criterios se obtuvieron 42 artículos, de los cuáles se seleccionan 21 acordes al objetivo de la revisión y su resumen. Posteriormente, se emplean Scopus y Elsevier para complementar la obtención de información, y de donde se obtienen 3 nuevos artículos con los mismos criterios de búsqueda.

Criterios de inclusión y exclusión: En la búsqueda de literatura se incluyen documentos en inglés, castellano y francés. Se aceptan metaanálisis, estudios observacionales y experimentales desde 2005 que presenten un resumen acorde con el objetivo de la revisión.

Se excluyen estudios con pacientes no pediátricos, y se evitan aquellos con seguimientos cortos y tamaños muestrales pequeños. Tan solo se ha admitido 1 reporte de caso con tamaño muestral de un solo paciente por intervención ODH y clavo intramedular.

Extracción de datos: Tras la búsqueda final en PubMed se extraen 42 artículos, de los cuáles se excluyen 21 que no eran relevantes para la finalidad de la revisión.

De los 24 artículos seleccionados, 12 de ellos se centran en la ODH, 6 en la OHT y la TTMQ, y 6 combinan el análisis de planes y estrategias terapéuticas a seguir, historia o epidemiología.

Análisis de datos: La información analizada se estructura en dos subgrupos: por un lado, aquellos artículos centrados en la ODH. Por otro lado, los artículos centrados en la OHT y la TTMQ. La principal variable a estudio es la EMM. Otras variables como las complicaciones intra y postoperatorias también se tuvieron en cuenta.

5. RESULTADOS

5.1 OSTEOTOMÍA DESROTADORA DE HÚMERO

Waters y Bae ²⁹, publicaron en 2006 un análisis retrospectivo de 43 pacientes intervenidos mediante ODH entre 1996 y 2006. La media de edad fue de 7.6 años (2.3-17 años), y el seguimiento fue de mínimo 2 años tras la intervención quirúrgica (media de 3.7 años). Se reportaron los resultados de 27 pacientes, los cuales presentaron una media de deformidad tipo IV Mallet antes de la cirugía.

La media de corrección rotacional fue de 64 grados tras la ODH, con aumento promedio de 4 puntos en la EMM (13 a 17) y con mejoras en todas las categorías: de 2 a 4 en rotación externa, de 3 a 4 en mano-boca y 3 a 4 en mano-cuello. Se reportaron dos complicaciones: una fractura humeral distal asociada a la fijación de la placa y una reintervención tras mala corrección angular previa ²⁹.

Al Qattan por su parte, tras un estudio de 15 pacientes afectados por PBO y con deformidad glenohumeral documentada mediante resonancia magnética, también reportó mejoras según la EMM de 2.2 a 4 puntos en la categoría mano-cuello tras cirugía ODH ²⁹.

Por otro lado, Abzug et al. publicaron en 2018 ³⁰ un estudio retrospectivo de pacientes con pérdida de funcionalidad en la línea media. El estudio tomó como principales variables las modificaciones en la EMM postquirúrgicas y la incapacidad para tocarse el ombligo antes de someterse a dicha intervención. Se incluyeron 20 pacientes, todos con lesión de raíces C5, C6 y C7, de los cuáles 19 habían sido intervenidos previamente mediante transferencia tendinosa (latissimus dorsi y/o teres mayor) para la mejora de la rotación externa. Tras la transferencia tendinosa, los 19 pacientes aumentaron en todas las categorías de la EMM excepto en la rotación interna (mano-ombligo) donde descendieron una media de 2.15 puntos y en mano-columna donde se mantuvieron iguales. Reportando en términos generales una mejoría media en la EMM de 16.25 a 18.3 tras cirugía ³⁰ (tabla 4).

Posteriormente, 9 de estos pacientes fueron sometidos a ODH con el objetivo de restaurar la funcionalidad de la línea media. Tras la intervención se observaron correcciones en la línea media de 47.8° (rango 20-85°) y mejorías de 2.2 a 2.7 (+0,5) en la EMM para la rotación interna. Sin embargo, los resultados postquirúrgicos para el resto de categorías fueron inferiores, resultando en un descenso global de 17.9 a 17.34 ³⁰ (tabla 4).

	Procedimiento rotador externo (transferencia de tendones)		Procedimiento rotador interno (ODH) tras transferencia previa.	
Categoría	Previo	Posterior	Previo	Posterior
<i>Abducción</i>	3.06	3.50	3.42	3.29
<i>Mano-cuello</i>	2.60	3.27	2.87	2.38
<i>Mano-boca</i>	2.94	3.53	3.50	3.25
<i>Rot-EXT</i>	2.94	4.00	4.00	3.75
<i>Mano-columna</i>	2.00	2.00	2.00	2.00
<i>Rot-Int</i>	2.71	2.00	2.11	2.67
Total	16.25	18.3	17.9	17.34

Tabla 4: Comparativa de resultados en EMM entre procedimientos que buscan mejorar rotación externa (transferencia de tendones) y procedimientos que buscan mejorar la línea media (ODH) ³⁰.

5.2 ALTERNATIVAS QUIRÚRGICAS

5.2.1 “TRIANGLE TILT/MODQUAD”.

Los resultados reportados en la literatura ²⁷ determinan que tras 12 meses de someterse a la técnica TTMQ, el 75% de los pacientes muestra gran mejoría en todas las funciones de la extremidad superior: abducción, rotación externa, supinación y movilidad. Sin embargo, tan solo el 25 % restante, obtienen mejoras solo en movilidad y supinación ²⁷.

Nath et. al publicaron en 2022 ²⁶ un estudio comparativo entre las técnicas TTMQ y ODH.

43 pacientes TTMQ (media de edad de 21.3 años: rango 17-38 años) formaban el primer grupo, y una recopilación literaria de resultados tras ODH formaban el segundo grupo.

Los pacientes intervenidos mediante TTMQ presentaron un aumento de 6 puntos (14.6 a 22) en la EMM. Los pacientes sometidos a ODH obtuvieron mejoras de hasta 3 puntos (9 a 12.1 y 13.8 a 16.1) en dicha escala. Tras ODH también se reportaron mejoras estéticas y funcionales de hasta 32° para rotación externa y 61° para abducción. En caso de combinar ambas técnicas la mejora reportada fue de 5,5 puntos en la EMM (tabla 5).

Por otro lado, un metaanálisis publicado en el 2015 ²⁷ donde se comparan 13 estudios (9 ODH y 4 TTMQ) concluyó que el abordaje mediante TTMQ tiene mejores resultados globales. Los 4 estudios mediante TTMQ presentaron mejoras significativas postquirúrgicas con aumentos de 5.0, 5.5, 6.0 y 6.2 (media 5.68) para la EMM. La ODH, sin embargo, reportó mejoras de 2.3, 4, 5, 6.6 y 1.4 (media 3.8) con mejoras cosméticas y en arco de rotación y abducción (tabla 6).



Figura 5: Las imágenes A, B y C son una representación funcional y estética del paciente antes de someterse a cirugía. D, E y F, sin embargo, representan las mejoras funcionales tras someterse al abordaje TTMQ²⁷.

Técnica quirúrgica	Cirujano/investigador de referencia	Media de edad	Mejora en Mallet Preoperatorio vs postoperatorio.
ODH	Al-Zahrani 1997	-	Media: ER>32º Abd>61º
ODH	Kirkos y Papadopoulos	10 años	Media: ER>25º Abd>27º
ODH	Abdelgawad 2005	-	9 a 12.1
ODH	Abzug et al. 2010	10-12 años	13.8 a 16.1 +/- 2.5
ODH percutánea	Aly et al. 2013	16 años	Mejora estética
Triangle tilt y ODH	Nath 2009	2.2 -18 años	Aumento de >5.5
Triangle tilt/ Modified Quad	Nath y Somasundaram 2022 (estudio actual)	21 años (17-38)	14.6 a 22 +/- 3.9

Tabla 5: Resultados comparativos postquirúrgicos entre la ODH y la TTMQ ²⁶.

Técnica quirúrgica	Ref.	Seguimiento (años)	Resultados
Osteotomía de húmero (Rotadora/desrotadora) (interna/externa)	Abzug et al	2.2	Mallet > 2.3
	Al-Qattan	3	Mallet > 4.0
	Al-Qattan	2	Mejoras cosméticas
	Al-Qattan	10	Empeoramiento abducción (135º a 109º : seguimiento a largo plazo)
	Waters et al	3	Mallet 9.5 a 15.1
	Waters et al	3.7	Mallet 13 a 18
	Pöyhä et al	3.8	Mallet > 1.4
	Kirkos et al	variable	Incremento 27º abducción Incremento 25º arco rotación
	Al-Zahrani	1-5	Mejoras cosméticas y mejoras en RE (32º) y abducción (61º)
Triangle tilt	Pöyhä et al	<1	Mallet > 5.5
	Nath et al	1.3	Mallet 12.8 a 18.3
	Nath et al	1.5	Mallet > 6
	Nath et al	5	Mallet 14.1 a 20.3 (largo plazo tras seguimiento de 5 años)

Tabla 6: Resultados postquirúrgicos de la ODH frente a la TTMQ ²⁷.

5.2.2 OSTEOTOMÍA HUMERAL TRIPLANAR.

Jennings et al. publicaron en 2017 una revisión de la efectividad y resultados postquirúrgicos tras someterse a OHT ²⁸. Los criterios de inclusión fueron presentar PPBO intervenida mediante OHT durante el periodo enero de 2010 a diciembre de 2015. Tan solo 9 pacientes y con una media de edad de 8 años y 7 meses cumplieron los criterios. De estos 9 pacientes, 4 de ellos fueron sometidos a una corrección triplanar de la aducción, rotación externa y extensión, mientras 5 de ellos fueron sometidos a una corrección triplanar de la aducción, rotación interna y extensión. (Tabla 7)

La única complicación reportada fue una parálisis transitoria del nervio radial, que no requirió tratamiento y se resolvió 4 meses después ²⁸.

Categorías Mallet	OHT	ODH
<i>Abducción</i>	-	< 0.4
<i>Mano-cuello</i>	> 2	< 0.6
<i>mano-boca</i>	> 1	< 0.6
<i>Rot-in</i>	< 1	> 1
<i>Rot-ext</i>	-	< 1.2
Total	17 a 19 (+2)	< 0.8

Tabla 7: Resultado comparativo postquirúrgico basado en EMM de la OHT y la ODH ²⁸.

Tras la evaluación postquirúrgica por OHT (tiempo medio de 35,4 meses), los pacientes presentaron una mejoría global en aducción, rotación externa y extensión, así como una EMM incrementada en 2 puntos para mano-cuello y 1 punto en mano-boca, y pérdidas de 1 punto en rotación interna.

Sin embargo, pacientes con ODH, 25.6 meses después de la cirugía, presentaron un aumento de 1 punto para rotación interna, y disminución de 0.4 para abducción, 1.2 para rotación externa y 0.6 para las categorías mano-boca y mano-cuello. Resultando en un descenso global de 0.8 en la EMM²⁸.

6. DISCUSIÓN

Los pacientes afectados por PPBO tienden a presentar limitaciones funcionales en la extremidad superior, con mayor frecuencia, por lesiones en raíces C5 y C6 resultando en debilidad de la musculatura rotadora y deltoidea.

A lo largo de los años, numerosos autores e investigaciones han demostrado cómo este desbalance en la musculatura glenohumeral presente en la mayoría de pacientes con PPBO, a medio-largo plazo suele incurrir en una displasia glenohumeral progresiva así como inestabilidad en la articulación. La predominancia de la musculatura rotadora interna y aductora sobre la rotadora externa y abductora, suscita que la secuela más frecuente en el paciente con PPBO sea una contractura en rotación interna del hombro, con disfunción y deformidad glenohumeral en términos de línea media.

Por ello, la gran mayoría de técnicas quirúrgicas se han desarrollado en torno a un objetivo común, la restauración de la línea media. Actualmente, existen numerosas alternativas para tratar la PPBO entre las que se encuentran remodelación de la articulación, transferencias

tendinosas, capsulectomías, osteotomías, etc... Ahora bien, la mayoría de ellas con beneficios propios pero importantes limitaciones, y de ahí que gran parte de ellas sean objeto de nuestro estudio.

El ajuste de fuerzas extraarticulares de tejidos blandos o transferencia tendinosa es un método que se emplea principalmente en la segunda etapa de la PPBO, la de fase reconstructiva, y que generalmente se realiza en pacientes de entre los 18 meses y 6 años. Si bien es cierto que se trata de una técnica cuya finalidad principal es corregir la rotación externa, por si sola también puede detener la progresión de la deformidad glenohumeral y ofrecer buenos resultados funcionales. Sin embargo, sus resultados en cuanto a la reconstrucción anatómica glenohumeral y rotación interna son limitados. Es por eso que cuando mencionamos la transferencia de tendones, hablamos de una técnica interesante para casos concretos, pero que suele necesitar la complementariedad de otras técnicas para brindar resultados completos.

Por otro lado, la ODH es una técnica que suele emplearse en etapa paliativa y cuyo objetivo principal es la restauración funcional de la línea media en pacientes con dificultades para llevar a cabo tareas diarias. Radiológicamente, la mayoría de pacientes que se someten a ODH presentan una deformidad glenoidea tipo 3 o superior, es decir, una subluxación humeral posterior y/o un incremento en la retroversión glenoidea.

A excepción de la relevante ganancia en rotación interna y funcionalidad de la línea media que ofrece la ODH, sus resultados postquirúrgicos se muestran inferiores a los de la transferencia tendinosa para el resto de categorías de la EMM. Respecto a las complicaciones, sabemos de que la ODH es una técnica segura, con una incidencia de alrededor del 10% y con

la reintervención por angulaciones insuficientes de la osteotomía como complicación más frecuente.

El aumento medio en la EMM tras la ODH es de 3 a 5 puntos, resultados inferiores a los reportados en los estudios tras someterse a las cirugías TTMQ u OHT, técnicas que también restauran la línea media y que además presentan mejoras de hasta 6 puntos para la EMM con un reporte de complicaciones y efectos adversos escaso.

Técnicas como el TTMQ y la OHT no solo mejoran a la ODH en resultados de rotación interna y línea media, sino que también parecen optimizar los resultados para el resto de rangos funcionales de la articulación glenohumeral. Son dos técnicas novedosas y aún en vías de desarrollo, pero con excelentes resultados postquirúrgicos que las convierten en alternativas potenciales para sustituir la ODH. Por tanto, ¿Cómo podríamos mejorar la ODH si queremos que optimice sus resultados?

Actualmente los cirujanos realizan la ODH a mano alzada mediante agujas de Kirchner y creemos que el hecho de conocer las necesidades angulares de cada paciente podría reducir las secuelas funcionales postquirúrgicas, mejorando así los resultados postquirúrgicos. Concluyendo que la implementación de guías 3D personalizadas para cada paciente podría perfeccionar la técnica y optimizar los resultados. Aún no existen estudios publicados sobre esto, pero sí existen grupos de investigación, entre ellos de los tutores de este trabajo, los doctores Antonio García López y Javier Gutiérrez Pereira.

7. CONCLUSIONES

La osteotomía desrotadora de húmero continúa siendo la técnica gold standard en pacientes afectos de PPBO con contractura de rotación interna del hombro de larga evolución y deformidad articular asociada. Esta técnica se emplea para corregir la posición del miembro superior afecto con el objetivo de conseguir una mejor funcionalidad. En la actualidad se carece de herramientas intraoperatorias que permitan corregir la rotación externa de forma exacta.

Del análisis comparativo entre la ODH y las técnicas TTMQ y OHT se puede extraer que presentan resultados similares en cuanto a corrección de la línea media. No obstante las técnicas TTMQ y OHT muestran resultados superiores en el resto de categorías de la EMM.



8. BIBLIOGRAFIA

1. Marrero Riverón LO, Cabrera Viltres N, Rodríguez-Triana Orue JA, Navarro González A, Castro Soto del Valle A, Tarragona Reinoso R, et al. Diagnóstico y tratamiento de la parálisis braquial obstétrica. *Rev Cubana Ortop Traumatol* 1998;12(1-2):28-39.
2. Bae DS, Waters PM. External rotation humeral osteotomy for brachial plexus birth palsy. *Techniques in Hand & Upper Extremity Surgery*. 2007;11(1):8–14.
3. Alfonso DT. Causes of neonatal brachial plexus palsy. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 2011; 69(1):11-6.
4. Evans-Jones G, Kay SP, Weindling AM, Cranny G, Ward A, Bradshaw A, et al. Congenital brachial palsy: incidence, causes, and outcome in the United Kingdom and Republic of Ireland. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003; 88(3):F185-9.
5. Pearl ML, Batech M, van de Bunt F. Humeral retroversion in children with shoulder internal rotation contractures secondary to upper-trunk neonatal brachial plexus palsy. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2016;98(23):1988–95.
6. Benjamin K. Part 1: injuries to the brachial plexus: mechanisms of injury and identification of risk factors. *Adv Neonatal Care* 2005; 5(4):181-9.
7. Le Hanneur M, Lafosse T, Cambon-Binder A, Belkheyar Z. Surgical strategy in extensive proximal brachial plexus palsies. *Musculoskelet Surg*. 2019 Aug;103(2):139-148.
8. Waters PM. Update on management of pediatric brachial plexus palsy. *J Pediatr Orthop* 2005; 25(1):116-26.
9. Abzug JM, Chafetz RS, Gaughan JP, Ashworth S, Kozin SH. Shoulder function after medial approach and Derotational humeral osteotomy in patients with brachial plexus birth palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2010;30(5):469–74.
10. Bahm J. The surgical strategy to correct the rotational imbalance of the glenohumeral joint after brachial plexus birth injury. *Journal of Brachial Plexus and Peripheral Nerve Injury*. 2016;11(01).
11. Nath, R.K. *et al.* (2009) 'Arm rotated medially with supination – the arms variant: Description of its surgical correction', *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10(1).
12. Abboud, J.A., Bateman, D.K. and Barlow, J. (2016) 'Glenoid dysplasia', *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 24(5), pp. 327–336. doi:10.5435/jaaos-d-15-00032.
13. Dodwell, E. *et al.* (2012) 'Combined glenoid anteversion osteotomy and tendon transfers for brachial plexus birth palsy', *Journal of Bone and Joint Surgery*, 94(23), pp. 2145–2152.

14. Al-Qattan, M.M. and El-Sayed, A.A. (2014) 'Obstetric brachial plexus palsy: The Mallet grading system for shoulder function—revisited', *BioMed Research International*, 2014, pp. 1–3.
15. Bae DS, Waters PM. External rotation humeral osteotomy for brachial plexus birth palsy. *Techniques in Hand & Upper Extremity Surgery*. 2007;11(1):8–14.
16. Acan AE, Gursan O, Demirkiran ND, Havitcioglu H. Late treatment of obstetrical brachial plexus palsy by humeral rotational osteotomy and lengthening with an intramedullary elongation nail. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. 2018;52(1):75–80.
17. Aly A, Bahm J, Schuind F. Percutaneous humeral derotational osteotomy in obstetrical brachial plexus palsy: A new technique. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2013;39(5):549–52.
18. Ivalde FC, Marazita-Valverde J, Bataglia D. Considerations For Surgical Planning Of Humeral Osteotomy In Brachial Plexus Birth Palsy Based On The Elbow Crease And Humeral Retroversion Measurement. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2019 Oct-Dec;28(4):479-480.
19. Abdelgawad AA, Pirela-Cruz MA. Humeral rotational osteotomy for shoulder deformity in obstetric brachial plexus palsy: Which direction should I rotate? *The Open Orthopaedics Journal*. 2014;8(1):130–4.
20. Al-Qattan MM, Al-Kharfy TM. External rotation osteotomy of the humerus to salvage the failed latissimus dorsi transfer in children with erb birth palsy and supple congruent shoulders. *Annals of Plastic Surgery*. 2015;75(6):625–8.
21. Abzug JM, Wyrick-Glover TO, Case AL, Zlotolow DA, Kozin SH. Loss of midline function in brachial plexus birth palsy patients. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2019;39(3).
22. Ivalde FC, Marazita-Valverde J, Bataglia D. Early Complication of Humeral Derotational Osteotomy Surgery for Obstetric Brachial Plexus as Salvage for a Failed Tendon Transfer. *Case Report. Maedica (Bucur)*. 2019 Dec;14(4):418-421.
23. Greenhill DA, Trionfo A, Ramsey FV, Kozin SH, Zlotolow DA. Postoperative loss of midline function in brachial plexus birth palsy. *The Journal of Hand Surgery*. 2018;43(6).
24. Nath RK, Somasundaram C. Improvements after MOD quad and triangle tilt revision surgical procedures in obstetric brachial plexus palsy. *World Journal of Orthopedics*. 2016;7(11):752.
25. Nath RK, Pretto J-C, Somasundaram C. Comparing the surgical outcomes of modified quad and triangle tilt surgeries to other procedures performed in obstetric brachial plexus injury. *Surgical Science*. 2013;04(09):15–21.

26. Nath RK, Somasundaram C. Comparing the Results of External Rotational Humeral Osteotomy in Older Children to the Mod Quad and Triangle Tilt Procedures in Adults with Obstetric Brachial Plexus Injury. *Eplasty*. 2022 Feb 8;22:e2.
27. Nath RK. Triangle tilt and humeral surgery: Meta-analysis of efficacy and functional outcome. *World Journal of Orthopedics*. 2015;6(1):156.
28. Jennings JD, Greenhill DA, Kozin SH, Zlotolow DA. Triplanar humeral osteotomy for restoration of midline function in patients with brachial plexus birth palsy. *Techniques in Hand & Upper Extremity Surgery*. 2017;21(2):48–54.
29. Waters PM, Bae DS. The effect of Derotational humeral osteotomy on global shoulder function in brachial plexus birth palsy. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2006;88(5):1035–42.
30. Al-Qattan MM, Al-Husainan H, Al-Otaibi A, El-Sharkawy MS. Long-term results of low rotation humeral osteotomy in children with Erb's obstetric brachial plexus palsy. *J Hand Surg Eur Vol*. 2009 Aug;34(4):486-92.





INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)

Elche, a

Nombre del tutor/a	ANTONIO GARCÍA LÓPEZ
Nombre del alumno/a	EDUARDO CALLE REDONDO
Tipo de actividad	Sin implicaciones ético-legales
Título del 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)	OSTEOTOMÍA DESROTADORA DE HÚMERO EN PARÁLISIS BRAQUIAL OBSTÉTRICA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.
Evaluación de riesgos laborales	No solicitado/No procede
Evaluación ética humanos	No solicitado/No procede
Código provisional	231126045135
Código de autorización COIR	TFG.GME.AGL.ECR.231126
Caducidad	2 años

Se considera que el presente proyecto carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: **OSTEOTOMÍA DESROTADORA DE HÚMERO EN PARÁLISIS BRAQUIAL OBSTÉTRICA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**, ha sido realizada en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere ninguna evaluación adicional. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, **se autoriza** la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Jefe de la Oficina de Investigación Responsable
Vicerrectorado de Investigación y Transferencia

Información adicional:

- En caso de que la presente actividad se desarrolle total o parcialmente en otras instituciones es responsabilidad del investigador principal solicitar cuantas autorizaciones sean pertinentes, de manera que se garantice, al menos, que los responsables de las mismas están informados.
- Le recordamos que durante la realización de este trabajo debe cumplir con las exigencias en materia de prevención de riesgos laborales. En concreto: las recogidas en el plan de prevención de la UMH y en las planificaciones preventivas de las unidades en las que se integra la investigación. Igualmente, debe promover la realización de reconocimientos médicos periódicos entre su personal; cumplir con los procedimientos sobre coordinación de actividades empresariales en el caso de que trabaje en el centro de trabajo de otra empresa o que personal de otra empresa se desplace a las instalaciones de la UMH; y atender a las obligaciones formativas del personal en materia de prevención de riesgos laborales. Le indicamos que tiene a su disposición al Servicio de Prevención de la UMH para asesorarle en esta materia.

La información descriptiva básica del presente trabajo será incorporada al repositorio público de Trabajos fin de Grado y Trabajos Fin de Máster autorizados por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández. También se puede acceder a través de <https://oir.umh.es/solicitud-de-evaluacion/tfg-tfm/>

