



Facultad de Fisioterapia de Soria

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

Fisioterapia en prótesis invertida de hombro:
Revisión bibliográfica.

Autor: Laura Rodríguez González

Tutor: Manuel Cuervas-Mons Finat

Soria, a 12 de enero de 2017

ÍNDICE GENERAL:

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. PRÓTESIS INVERTIDA DE HOMBRO.....	2
2.1.1. Definición	2
2.1.2. Historia	2
2.2. ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN DE HOMBRO	4
2.3. BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN DE HOMBRO	5
2.4. ARTROPLASTIA DE HOMBRO	9
2.5. BIOMECÁNICA DE LA PRÓTESIS INVERTIDA DE HOMBRO	10
2.6. INDICACIONES PRÓTESIS INVERTIDA DE HOMBRO.....	11
2.7. FUNCIONALIDAD Y CALIDAD DE VIDA	12
2.8. FISIOTERAPIA TRAS UNA PRÓTESIS INVERTIDA DE HOMBRO.....	13
2.9. JUSTIFICACIÓN.....	13
2.10. OBJETIVOS DEL TRABAJO	13
3. MATERIAL Y MÉTODOS	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5. CONCLUSIONES	23
6. BIBLIOGRAFÍA	25

ÍNDICE DE FIGURAS:

- FIGURA 1: Prótesis de Neer, 1951.....2
- FIGURA 2: Prótesis invertida de Grammont, 1985.....3
- FIGURA 3: Consecuencia de la medialización del centro de rotación para el músculo deltoides.....3
- FIGURA 4: Músculos activos en extensión de hombro, redondo mayor y dorsal ancho. También actúan deltoides, redondo menor y tríceps.....6
- FIGURA 5: Movimiento de extensión de hombro.....6
- FIGURA 6: Músculos activos de flexión de hombro, deltoides y coracobraquial. También actúan pectoral mayor, supraespinoso y bíceps.....6
- FIGURA 7: Movimiento de flexión de hombro.....6
- FIGURA 8: Músculos activos en abducción de hombro, deltoides y supraespinoso. También actúan serrato anterior y bíceps.....7
- FIGURA 9: Movimiento de abducción de hombro.....7
- FIGURA 10: Músculos activos en aducción de hombro, pectoral mayor. También actúa el deltoides.....8
- FIGURA 11: Movimiento de aducción de hombro.....8
- FIGURA 12: Músculos activos en rotación externa, infraespinoso y redondo menor. También actúa el deltoides.....8
- FIGURA 13: Movimiento de rotación externa de hombro.....8
- FIGURA 14: Músculos activos en rotación interna, subescapular. También actúan pectoral mayor, dorsal ancho, redondo mayor y deltoides.....9
- FIGURA 15: Movimiento de rotación interna de hombro.....9

ÍNDICE DE TABLAS:

- TABLA 1: Artículos utilizados en el presente TFG.....14

1. Resumen

El presente trabajo fin de grado (TFG) corresponde a una revisión bibliográfica de la literatura científica internacional publicada sobre la prótesis invertida de hombro.

La prótesis invertida de hombro es una opción de tratamiento cada vez más frecuente, cuando hay déficit del manguito de los rotadores. También está indicada en fracturas de la extremidad proximal de húmero, artrosis glenohumeral, artritis inflamatoria, necrosis avascular y luxación de hombro.

Con el desarrollo de la prótesis invertida de hombro en los últimos años, se da una solución eficaz que proporciona una mejoría del dolor y restaura la calidad de vida del paciente, ya que tiene una correcta recuperación funcional del hombro.

Esto es debido a que la prótesis invertida de hombro, a diferencia de la artroplastia total y la hemiarthroplastia, consigue una correcta función del hombro haciendo que el músculo deltoides compense el déficit del manguito de los rotadores.

Para conseguir un buen protocolo fisioterapéutico posoperatorio, tiene que haber comunicación entre el cirujano y el fisioterapeuta. El protocolo se inicia temprano y el fortalecimiento muscular es gradual.

El protocolo posoperatorio de fisioterapia se lleva a cabo mediante cuatro fases. Fase I o posoperatoria inmediata, fase II o fortalecimiento temprano leve, fase III o fortalecimiento moderado y fase IV o fortalecimiento avanzado.

2. Introducción

2.1. Prótesis invertida de hombro

2.1.1. Definición

La artroplastia invertida de hombro consiste en la sustitución de los componentes óseos anatómicos dañados del hombro por dos implantes que suplen la función de los mismos. La característica especial de este tipo de prótesis es que, a diferencia de la articulación anatómica, la cavidad glenoidea es convexa y la cabeza humeral cóncava. Este diseño permite que el deltoides pueda compensar la función del manguito de los rotadores dañado por la patología de base ¹.

2.1.2. Historia

La primera artroplastia de hombro fue realizada en 1893 por Jules Emilie Pean ²; pero no fue hasta la década de los 50 del pasado siglo cuando se comenzaron a usar los sistemas protésicos modernos.

En 1951, Neer ³ mejoró el diseño protésico de Pean; reemplaza la cabeza humeral fracturada y mejora el diseño del vástago humeral y lo combina con un componente glenoideo de polietileno.

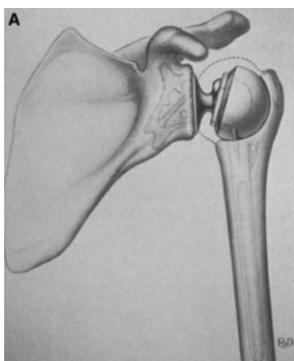


FIGURA 1 : Prótesis de Neer, 1951 ⁴.

Desde entonces se han hecho distintos intentos para desarrollar artroplastias que pudieran restaurar el equilibrio biomecánico y, con ello, superar la pérdida de la función del manguito rotador ¹.

La prótesis invertida del profesor Paul Grammont ⁵ de 1985 revolucionó la artroplastia de hombro por su novedoso diseño. Basada en un centro de rotación medializado para mejorar la biomecánica del músculo deltoides, restaurando la longitud y aumentando el brazo de palanca. Este prototipo mejoraba el rango de movimiento pero constituía un importante reto en la inestabilidad articular.



FIGURA 2: Prótesis invertida de Grammont, 1985 ⁴.

Es un sistema basado en cuatro principios fundamentales con los que se compensa la ausencia del manguito de los rotadores:

- La medialización del centro de rotación articular permite al deltoides, desde su posición lateral, aumentar su brazo de palanca y mejorarla ⁶.

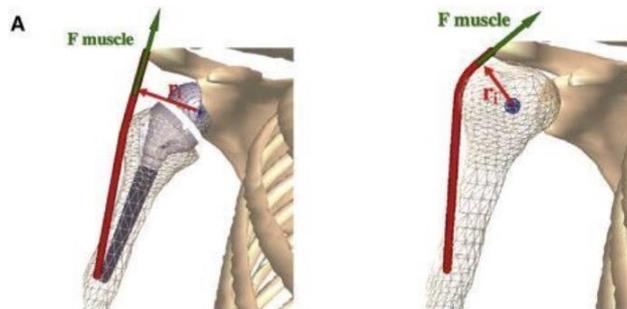


FIGURA 3: Consecuencia de la medialización del centro de rotación para el músculo deltoides ⁴.

- El modelo protésico debe tener un diseño estable, en todo el arco de movilidad del hombro ⁷.
- El brazo de palanca del músculo deltoides tiene que ser eficaz desde el inicio del movimiento ⁸.
- El componente glenoideo debe ser grande y el componente humeral pequeño para que sea una articulación semiconstreñida ⁹.

En los últimos años se han desarrollado varios modelos siguiendo los fundamentos de Grammont, registrando en la literatura buenos resultados a corto y largo plazo; convirtiéndose, de esta manera, en una importante herramienta en la lucha contra el dolor de hombro ¹.

2.2. Anatomía de la articulación de hombro

La articulación escapulohumeral pertenece al tipo enartrosis, caracterizada por ser una articulación triaxial, que permite un rango de movimiento en los tres ejes del espacio.

Superficies articulares:

- Cabeza del húmero: es una superficie redondeada y de aproximadamente un tercio de esfera. Está revestida por cartílago de 2 mm de espesor, limitado por el labio medial del cuello anatómico. En posición erguida, con el brazo extendido a lo largo del cuerpo, la cabeza humeral se orienta medial, superior y posteriormente, su eje forma con el cuerpo un ángulo de 130° ^{1,10,11}.
- Cavidad glenoidea de la escápula: localizada a la altura del ángulo superior externo de la escápula. Es menos extensa que la superficie esférica de la cabeza humeral y con orientación inversa; revestida por un cartílago más grueso en su parte inferior ^{1,10,11}.
- Rodete glenoideo: anillo fibrocartilaginoso que se aplica sobre el contorno de la cavidad glenoidea y que aumenta su profundidad. Es triangular, con tres caras:
 - Periférica: prolonga externamente la superficie de la cavidad glenoidea, sirviendo de inserción a la cápsula y al tendón de la cabeza larga del bíceps superiormente y al tendón de la cabeza larga del tríceps inferiormente.
 - Cara articular: libre, cóncava y lisa.
 - Cara adherente: en relación con la periferia de la cavidad glenoidea.

El rodete se compone también de fibras propias que se extienden de un punto a otro de la cavidad, y otras procedentes de los tendones de la cabeza larga del bíceps y del tríceps braquial ^{1,10,11}.

Medios de unión:

- Cápsula articular: presenta la forma de un manguito fibroso muy laxo, que permite la separación de las superficies de hasta 2 o 3 centímetros. La inserción escapular se realiza sobre la cara periférica del rodete glenoideo. En su parte superior, contornea medialmente el tendón de la cabeza larga del bíceps y alcanza la base de la apófisis coracoides. Inferiormente, se fusionan con el tendón de la cabeza larga del tríceps. La inserción humeral, en la mitad superior tiene lugar en el cuello anatómico. En la mitad inferior, la inserción se

separa progresivamente, de superior a inferior, fijándose directamente en el cuerpo del húmero ^{1,10,11}.

- Ligamentos:
 - Ligamento coracohumeral: lámina fibrosa gruesa que se inserta en el borde lateral de la apófisis coracoides. Se dirige transversalmente terminando en dos fascículos en los tubérculos mayor y menor del húmero, denominados troquiter y troquín respectivamente ^{1,10,11}.
 - Ligamento coracoglenoideo: de la parte posterior del borde lateral de la apófisis coracoides, termina en el rodete glenoideo y en las proximidades de la cápsula articular ^{1,10,11}.
 - Ligamento glenohumeral: tiene tres fascículos ^{1,10,11}:
 - Superior: desde el rodete glenoideo hasta el cuello anatómico en su parte superior.
 - Medio: desde el rodete glenoideo hasta el troquín.
 - Inferior: desde el rodete glenoideo hasta las proximidades del cuello quirúrgico, reforzando la cápsula.
- Tendones periarticulares: los tendones de los músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular intervienen como ligamentos activos de la articulación. El tendón de la cabeza larga del bíceps está situado medialmente a la cápsula, atravesando la parte superior de la cavidad glenoidea. Y el tendón del tríceps en la parte inferior ^{1,10,11}.

2.3. Biomecánica de la articulación de hombro

La adaptación de las superficies articulares está constituida prioritariamente por los músculos, ya que la cápsula y los ligamentos son demasiado laxos para mantener la unión articular.

En la biomecánica del hombro hay un grupo muscular que destaca en la función activa de los movimientos del hombro, formado por el redondo menor, supraespinoso, infraespinoso y subescapular, que se denomina manguito de los rotadores.

Movimientos del hombro:

- Extensión: en torno a un eje transversal y plano sagital. Consiste en el desplazamiento del brazo hacia atrás y tiene una amplitud de 45-50°. Para que tenga lugar esta amplitud tiene que actuar la articulación escapulotorácica con rotación hacia abajo. En este movimiento los músculos activos son el dorsal

ancho y el redondo mayor; y los pasivos el redondo menor y el deltoides posterior ^{1,12,13}.

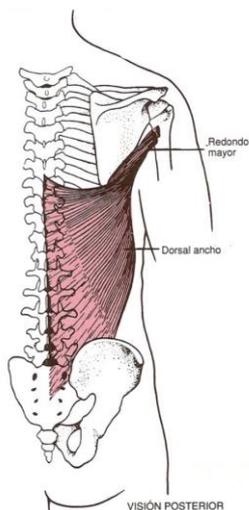


FIGURA 4: Músculos activos en extensión de hombro, redondo mayor y dorsal ancho. También actúan deltoides, redondo menor y tríceps ¹².



FIGURA 5: Movimiento de extensión de hombro ¹².

- Flexión: en torno a un eje transversal y plano sagital. El movimiento de flexión es el desplazamiento del brazo hacia delante del tronco, la amplitud máxima es de 180° y para alcanzar esta amplitud intervienen diferentes estructuras anatómicas ^{1,12,13}:

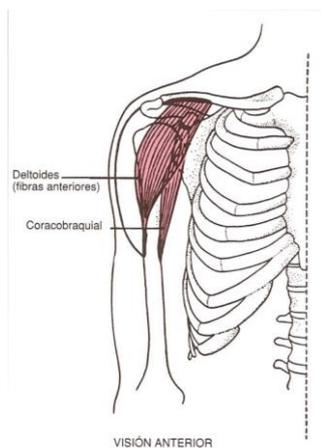


FIGURA 6: Músculos activos en flexión de hombro, deltoides y coracobraquial. También actúan pectoral mayor, supraespinoso y bíceps ¹².



FIGURA 7: Movimiento de flexión de hombro ¹².

- De 0 hasta 90°, o flexión hasta el plano horizontal. Actúa la articulación escapulohumeral, el fascículo anterior del deltoides, el fascículo superior del pectoral mayor y el coracobraquial.

- De 90° hasta 120/150° actúan las articulaciones escapulo humeral y escapulotorácica; el fascículo acromial e inferior del trapecio y el fascículo inferior del serrato anterior.
 - De 120/150° flexión hasta plano vertical (180°) actúan las articulaciones escapulo humeral y escapulotorácica, y se presenta una hiperlordosis del tronco. Los músculos que actúan para conseguir esta amplitud son el espinoso del dorso, el dorsal largo y el iliocostal.
- Abducción: en torno a un eje anteroposterior y plano frontal. Partiendo de bipedestación, llega a la vertical. Amplitud total de 180° ^{1,12,13}.

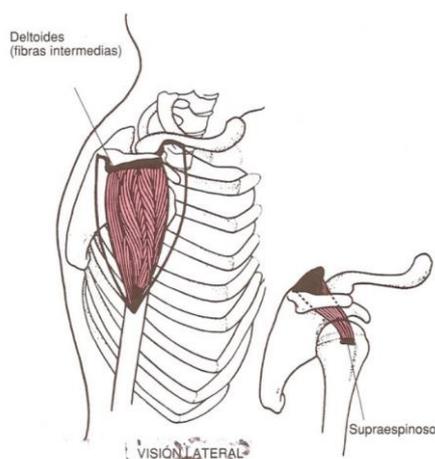


FIGURA 8: Músculos activos en abducción de hombro, deltoides y supraespinoso. También actúan serrato mayor y bíceps ¹².

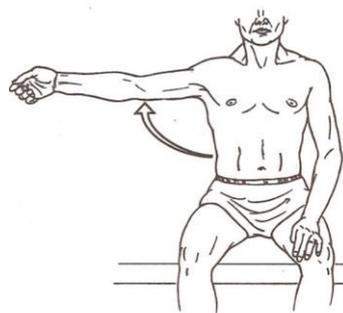


FIGURA 9: Movimiento de abducción de hombro ¹².

- De 0 a 60/90° de amplitud actúa la articulación escapulo humeral, y los músculos supraespinoso y el fascículo medio del deltoides.
 - De 60/90° hasta 120/150° se presenta báscula escapulotorácica. Actúan los músculos trapecio y serrato anterior.
 - De 120/150° hasta la vertical (180°) actúan las articulaciones escapulo humeral y escapulotorácica; se presenta una inclinación del tronco hacia el lado opuesto del brazo que está en abducción. Actuando la cabeza larga del bíceps, trapecio, elevador de la escapula, y del lado opuesto al movimiento el dorsal largo y el iliocostal.
- Aducción: en torno a un eje anteroposterior y plano frontal. Tenemos una aducción absoluta que es amplitud cero (la que coincide con la posición anatómica) y otra relativa partiendo de la separación volver a la posición de reposo cuya amplitud será la de la partida. Como el cuerpo impide este

movimiento se realiza una aproximación relativa en diagonal, de 30/45° partiendo de extensión y 30/45° partiendo de flexión ^{1,12,13}.

- Aducción diagonal con movimiento de flexión: actúan el fascículo anterior del deltoides y el pectoral mayor como activos; y como pasivos la cabeza corta del bíceps y el coracobraquial.
- Aducción diagonal con movimiento de extensión la hacen el dorsal ancho y el redondo mayor; y los que llevan el brazo a la línea media son el romboides mayor, el fascículo medio del trapecio, el redondo menor y el infraespinoso.

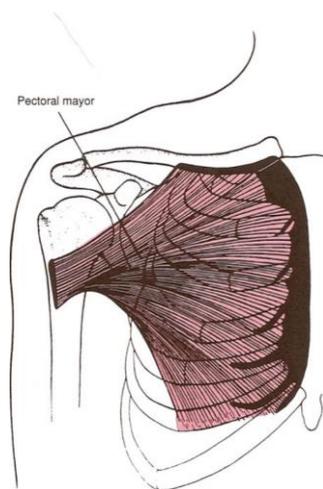


FIGURA 10: Músculos activos en aducción de hombro, pectoral mayor. También actúa el deltoides ¹².



FIGURA 11: Movimiento de aducción horizontal de hombro ¹².

- Rotación: en torno a un eje vertical y plano horizontal. Brazo pegado al cuerpo, codo en flexión de 90°, palma de la mano mirando a la línea media ^{1,12,13}.
 - La rotación externa se da cuando se aleja la palma de la mano del cuerpo unos 80/85°, se le suma el ángulo fisiológico de 30° y da una amplitud entre 110/115°. Actúan el infraespinoso y el redondo menor.

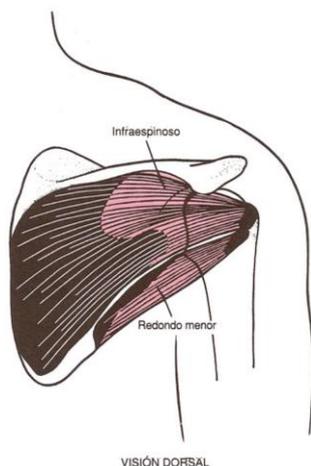


FIGURA 12: Músculos activos en rotación externa, infraespinoso y redondo menor. También actúa el deltoides ¹².



FIGURA 13: Movimiento de rotación externa de hombro ¹².

- La rotación interna es la combinación de la aproximación con flexión de la articulación escapulohumeral, una separación de la articulación escapulohumeral y una extensión con aproximación; si se suma el ángulo fisiológico de 30° da una amplitud entre 115/120°.

Para alcanzar la máxima amplitud en este movimiento, pasa por varias fases fisiológicas, en la primera actúan la porción anterior del pectoral mayor y el deltoides su porción clavicular. La segunda fase el subescapular; y en la tercera fase el dorsal ancho y el redondo mayor.

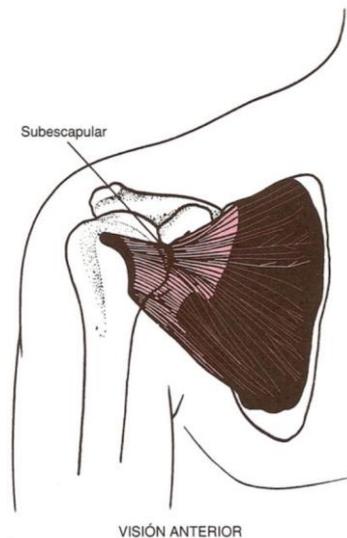


FIGURA 14: Músculos activos en rotación interna de hombro, subescapular. También actúan pectoral mayor, dorsal ancho, redondo mayor y deltoides ¹².

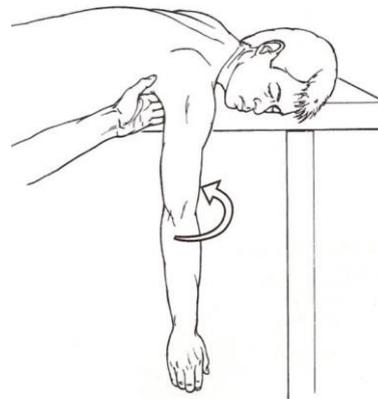


FIGURA 15: Movimiento de rotación interna de hombro ¹².

- Circunducción: la suma de estos movimientos anteriores alrededor de sus tres ejes, excepto el movimiento de rotación ^{1,12,13}.

Para alcanzar la amplitud máxima de los movimientos de la articulación escapulohumeral se realizan también con la participación de la articulación escapulotorácica ^{1,12,13}.

2.4. Artroplastia de hombro

Es la cirugía para reemplazar los huesos de la articulación de hombro ¹. Los tipos de prótesis de hombro más habituales son:

- Artroplastia total de hombro: proceso por el cual se reemplaza la cabeza del húmero por un implante esférico y la cavidad glenoidea por una cubierta cóncava que aloja la cabeza humeral ^{1,14}.
- Prótesis parcial de hombro o hemiartroplastia: método por el que solo un componente de la articulación se reemplaza, o la cabeza humeral o la cavidad glenoidea, generalmente el húmero proximal ^{1,14}.

- Prótesis invertida de hombro: consiste en un reemplazamiento de las dos partes de la articulación en la cual la cavidad glenoidea es convexa y la cabeza humeral cóncava; al contrario que la artroplastia total de hombro. El diseño se debe a que el deltoides pueda compensar la función del manguito de los rotadores ^{1,14}.
 - Está indicada en los siguientes casos: fractura de la extremidad proximal de húmero, artritis reumatoide, artrosis glenohumeral, necrosis de la cabeza humeral y rotura del manguito de los rotadores.
 - Las complicaciones de este tipo de artroplastia son: luxación de la prótesis, infección de la herida quirúrgica o del material implantado, hematoma subacromial posoperatorio, aflojamiento de los componentes, *notching* escapular (muesca), lesión neurológica, dolor posquirúrgico y pérdida de movilidad, especialmente en rotación externa.

El equipo de Acevedo et al. ¹⁵ muestran en su serie que, las diferencias entre la aparición de complicaciones entre la artroplastia total de hombro, la hemiarthroplastia y la prótesis invertida no fue estadísticamente significativa. Entre los cirujanos de hombro, más del 50% de las artroplastias realizadas para el tratamiento de fracturas proximales de húmero, han sido prótesis invertidas.

2.5. Biomecánica de la prótesis invertida de hombro

La prótesis delta de Grammont ⁵ al final de los 80, tenía un centro medializado de rotación para mejorar la biomecánica del músculo deltoides restaurando la longitud y aumentando el brazo de palanca.

El músculo deltoides desempeña un papel importante; al compensar la deficiencia del manguito rotador mediante la creación de un centro de rotación estable en la glenoides que permite los movimientos de abducción y flexión del hombro. El diseño potencia la función del deltoides, desplazando el centro de rotación medial y distalmente, así aumenta la fuerza del deltoides y disminuye la fuerza de torsión sobre la glenoides. Pero existía un grado de inestabilidad ¹⁶.

Grammont ⁵ diseñó una hemiesfera grande en el lado glenoideo para que el centro de rotación estuviera en la interfase hueso-implante. Los componentes de la prótesis eran cementados.

El implante se rediseñó y se aplicó una fijación no cementada, para generar una articulación estable ⁵. Este sistema se centró en 4 principios fundamentales ⁶⁻⁹ nombrados previamente, necesarios para proporcionar estabilidad y para compensar la ausencia del manguito rotador mediante el deltoides, ya comentados en apartados anteriores.

Este implante se rediseñó como Delta Xtend en 2007, disminuyendo complicaciones como *notching* escapular y facilitando la inserción correcta del implante. El *notching* consiste en la erosión del hueso postero-inferior del cuello de la escápula debido al contacto del componente humeral del implante durante la aducción de hombro. Este diseño estaba formado por una hemiesfera grande y sin cuello y una copa humeral pequeña con un ángulo de inclinación no anatómica de 155°, que cubría menos de la mitad de la glenosfera. El centro de rotación del hombro se medializaba y situaba en el hueso glenoideo; con lo que se reducía el aflojamiento de los componentes ¹.

Al evaluar en un estudio los factores de estabilidad de un hombro con prótesis invertida; la fuerza de compresión neta que actúa sobre la glenohumeral, es el elemento más importante de la estabilidad de este tipo de implantes ¹⁷.

Actualmente los diseños que se basan en los principios de Grammont ⁵ obtienen buenos resultados. Sin embargo, la principal limitación aparece en la rotación externa y la aparición de *notching* glenoideo, que los nuevos diseños intentan suplir, mediante el descenso del componente glenoideo ¹.

La prótesis invertida de hombro aumenta la movilidad del hombro y permite hacer actividades de la vida diaria sin ninguna limitación funcional. Mejora el rango de movimiento activo en flexión, abducción y aducción ¹⁸.

La artroplastia de hombro consigue mayor grado de movilidad que la prótesis invertida de hombro, pero es necesario que el manguito de los rotadores esté íntegro ¹⁹. Pero, al realizar un estudio comparativo biomecánico, valorando los movimientos de rehabilitación a diferentes cargas, en pacientes con prótesis total de hombro y prótesis invertida, se ha observado que esta última, cuando la articulación escapulotorácica es funcional, consigue un balance articular completo del hombro ²⁰.

La abducción implica el reclutamiento de fibras anteriores y posteriores del deltoides, supliendo las fibras ausentes del manguito rotador ¹.

En las prótesis invertidas de hombro es importante conocer las indicaciones y contraindicaciones, valorar la edad del paciente, la calidad funcional, evaluar el estado del manguito de los rotadores y particularmente valorar el estado anatómico y funcional de la articulación ¹.

2.6. Indicaciones prótesis invertida de hombro

- Fracturas de la extremidad proximal de húmero: tanto tratamiento agudo como fracturas mal consolidadas ^{21,22}, especialmente con afecto del manguito rotador.

- Artrosis glenohumeral: es una enfermedad degenerativa que se manifiesta con una pérdida del cartílago que recubre las superficies articulares con desaparición del espacio articular.
- Rotura manguito rotador: el manguito de los rotadores está formado por el infraespinoso, supraespinoso, redondo menor y subescapular. Aumenta con la edad y es más frecuente en el hombro dominante. La artroplastia invertida de hombro es un proceso eficaz para el tratamiento del déficit por rotura del manguito de los rotadores ⁴ o en casos de rotura masiva irreparable ²². La prótesis invertida de hombro en pacientes con desgarro del manguito rotador, sea reparable o irreparable con pseudoparálisis, disminuye el dolor y restaura la funcionalidad ²³.
- Artritis inflamatoria: cuando hay una artritis glenohumeral con pérdida grave de hueso glenoideo, asociada o no a rotura del manguito ^{1,22}.
- Necrosis avascular: enfermedad producida por la alteración de la vascularización de la cabeza humeral ²¹.
- Luxación inveterada de hombro, asociada a bloqueo articular ²².

Nerot et al. ²⁴ observaron en su serie un aumento significativo de la alteración en los implantes a partir de los 8 o 10 años posquirúrgicos, por lo que limita las indicaciones prótesis invertida de hombro en pacientes de más de 70 años. Sin embargo, la literatura al respecto muestra una disminución de la edad de implantación en torno a los 60 años, basándose en los últimas revisiones a corto y largo plazo de este tipo de artroplastias.

2.7. Funcionalidad y calidad de vida

La prótesis invertida de hombro mejora el rango de movimiento activo máximo para la flexión, la abducción y la aducción. Los pacientes son capaces de beneficiarse de esto en las actividades de la vida diaria ¹⁸. No se evidencia una mejoría tan importante en la rotación externa de hombro ¹⁷.

Al analizar ¹⁸ el rango articular y comparándolo con determinadas actividades de la vida diaria como peinarse el pelo, lavarse la axila opuesta, atarse un delantal o coger un libro de una estantería, comparadas prequirúrgicas y posquirúrgicas se observa que en la prótesis invertida de hombro hay un aumento significativo en valores de flexión activa, abducción activa y aducción activa. Para la rotación interna y externa no hubo cambios significativos que facilitan dichas actividades.

Al año de la cirugía, los pacientes eran capaces de hacer las 4 actividades de la vida diaria, que antes de la operación solo la mitad de los pacientes podían realizarlas ¹⁸.

Existen diversos estudios a corto y medio plazo ²⁵⁻²⁸ que indican que el pronóstico y los resultados son buenos, a pesar de una situación preoperatoria difícil de la articulación y del manguito rotador. Respecto al rango de movimiento y función, la artroplastia invertida de hombro, restaura la elevación activa, pero no la rotación activa en hombros con el manguito rotador deficiente. La ganancia en la flexión activa es relativamente alta en pacientes con déficit en el manguito rotador ¹.

Existe un problema frecuente que es la limitación en la rotación externa de hombro, en relación con el diseño de la prótesis y la técnica del implante ¹⁷.

2.8. Fisioterapia tras una prótesis invertida de hombro

El paciente puede comenzar movimientos pasivos un día después de la intervención, y después de 2-3 semanas podrá hacer actividades sencillas y movimientos activos. Si se ha reparado el subescapular, la rotación externa queda restringida 6 semanas ¹⁷.

La fisioterapia posoperatoria se estima en torno a 8-10 semanas después de la cirugía. Una rehabilitación lenta es más apropiada que rápida, especialmente en los pacientes de edad avanzada y con dificultad de adaptación a la prótesis ^{23,25}.

2.9. Justificación

La prótesis invertida de hombro es una alternativa quirúrgica cada vez más empleada en la patología del hombro doloroso. El aumento de las indicaciones de implantación, así como el descenso en la edad de los pacientes, hacen que el uso de este tipo de artroplastias hayan sufrido un aumento exponencial de uso en los últimos años.

Dicho incremento hace necesario el establecimiento de un protocolo fisioterápico posquirúrgico eficaz, con el fin de restaurar la calidad de vida del paciente en el menor tiempo posible, garantizando una buena recuperación funcional del paciente.

2.10. Objetivos del trabajo

Los objetivos del presente trabajo fin de grado sobre la prótesis invertida de hombro se centran en un objetivo general y en dos objetivos específicos. Son los siguientes:

- **Objetivos generales:**
 - Revisión bibliográfica sobre la artroplastia invertida de hombro, especialmente sus indicaciones clínicas, parámetros biomecánicos y resultados funcionales.
- **Objetivos específicos:**

- Estudio comparativo de los diferentes tipos de técnicas fisioterápicas en la recuperación posquirúrgica de la artroplastia de hombro, así como su uso en los casos específicos de artroplastia invertida.
- Valoración de un protocolo fisioterápico posquirúrgico.

3. Material y métodos

Los artículos científicos utilizados para la redacción del presente trabajo fin de grado, se obtuvieron a través de las búsquedas realizadas en la base de datos de MEDLINE/Pubmed.

Sin embargo, en la base de datos PEDro y en Cochrane Plus no se encontraron artículos relacionados con prótesis invertida de hombro.

La estrategia de búsqueda se fundamentó en el objetivo planteado para el trabajo:

- Revisión bibliográfica sobre la artroplastia invertida de hombro. Especialmente sus indicaciones clínicas, parámetros biomecánicos y resultados funcionales.
- Las técnicas fisioterápicas para su recuperación posquirúrgica.

Se analizó el tema para extraer los conceptos principales y se delimitó la búsqueda mediante unos criterios que fueron los siguientes:

- Criterios de inclusión: se centran en casos clínicos y revisiones, publicados en los últimos siete años, en humanos. Artículos en inglés y en español.
- Criterios de exclusión: todos aquellos artículos que son en animales, y que no son de los últimos 7 años, excepto alguna referencia que se han incluido por su importancia histórica.

También se han utilizado libros. En total nueve libros de la biblioteca del Campus Duques de Soria. De los cuales se han usado para la anatomía, la biomecánica y la parte de traumatología y rehabilitación.

Se intentaron seleccionar los artículos más actuales pero ha sido muy difícil eludir la utilización de algún artículo, más antiguo, imprescindible para la historia de la prótesis invertida de hombro. A la hora de buscar artículos para la rehabilitación de la prótesis invertida de hombro, ha sido imposible no usar artículos de los últimos diez años debido a la escasa información disponible.

Para la selección de los diferentes artículos, se tradujo y se leyó el contenido de cada uno de ellos, para la asimilación de las ideas principales y la consecuente realización de la lectura crítica.

Mediante un criterio de selección se cogieron los que más interesaban y aportaban para este trabajo fin de grado. En la mayoría de las búsquedas se repetían artículos.

Se realizaron búsquedas específicas en Pubmed, usando operadores “booleanos”, que permiten indicar relaciones entre términos de búsqueda para aumentar la especificidad; usando también “campos específicos” como [tiab], búsqueda de la palabra en el título y abstract de los artículos. Para las búsquedas específicas se usaron las siguientes palabras clave:

- “reverse shoulder AND (prosthesis OR arthroplasty) AND (rehabilitation[tiab] OR manual Therapy[tiab] OR physiotherapy[tiab] OR physical therapy[tiab])”
- “reverse shoulder AND (arthroplasty OR prosthesis) AND (physiotherapy OR rehabilitation OR manual therapy OR physical therapy)”
- “reverse shoulder prosthesis AND(("2016/01/01"[PDat]: "2016/12/31"[PDat]))”

Tabla 1: Artículos utilizados en el presente TFG (Elaboración propia).

AUTOR/ES	AÑO	TÍTULO	REVISTA	BASE DE DATOS	APORTACIÓN PARA ESTE TFG
Lugli T	1978	Artificial shoulder joint by Pean.	Clin Orthop	Pubmed	Historia de la prótesis invertida de hombro.
Neer CS	1955	Articular replacement for the humeral head.	J Bone Joint Surg	Pubmed	Historia de la prótesis invertida de hombro.
Berliner JL, Regalado-Magdos A, Benjamin C, Feeley BT.	2015	Biomechanics of reverse total shoulder arthroplasty.	J Shoulder Elbow Sug	Pubmed	Historia de la prótesis invertida de hombro. Indicaciones prótesis invertida de hombro.
Grammont PM, Trouilloud P, Laffay JP, Deries X.	1987	Etude et realization d´une nouvelle prothèse d´épaule.	Rheumatologie	Pubmed	Historia de la prótesis invertida de hombro. Biomecánica de la prótesis invertida de hombro.
Ackland DC, Roshan-Zamir, Richardson M, Pandy MG.	2011	Axial rotation momento arms of the shoulder musculature after reverse total shoulder arthroplasty.	J Bone Joint Surg	Pubmed	Historia de la prótesis invertida de hombro. Biomecánica de la prótesis invertida de hombro.

Ackland DC, Roshan-Zamir S, Richardson M, Pandy MG.	2011	Muscle and joint-contact loading at the glenohumeral joint after reverse total shoulder arthroplasty.	J Orthop Res	Pubmed	Historia de la prótesis invertida de hombro. Biomecánica de la prótesis invertida de hombro.
Acklan DC, Roshan-Zamir S, Richardson M, Pandy MG.	2010	Moment arms of shoulder musculature after reverse total shoulder arthroplasty.	J Bone Joint Surg Am	Pubmed	Historia de la prótesis invertida de hombro. Biomecánica de la prótesis invertida de hombro.
Bergmann JH, De Leeuw M, Janssen TW, Veeger DH, Willems WJ.	2008	Contribution of the reverse endoprosthesis to glenohumeral kinematics.	Clin Orthop Relat Res	Pubmed	Historia de la prótesis invertida de hombro. Biomecánica de la prótesis invertida de hombro.
Acevedo DC, Mann T, Abboud JA, Getz C, Baumhauer JF, Voloshin I.	2014	Reverse total shoulder arthroplasty for the treatment of proximal humeral fractures: patterns of use among newly trained orthopedic surgeons.	J Shoulder Elbow Surg	Pubmed	Artroplastia de hombro.
Zumstein MA, Pinedo M, Old J, Boileau P,	2011	Problems, complications, reoperatios and revisions in reverse total shoulder arthroplasty.	J Shoulder Elb Surg Am	Pubmed	Biomecánica de la prótesis invertida de hombro.
Walker M, Brooks J, Willis M, Frankle M.	2011	How reverse shoulder arthroplasty Works.	Clin Orthop Relat Res	Pubmed	Biomecánica de la prótesis invertida de hombro. Funcionalidad y calidad de vida. Fisioterapia tras una prótesis invertida de hombro.
Maier MW, Caspers M, Zeifang F, Dreher T, Klotz MC, Wolf SI.	2014	How does reverse shoulder replacement change the range of motion in activities of daily living in patients with cuff tear arthroplasty.	Arch Orthop Trauma Surg	Pubmed	Biomecánica de la prótesis invertida de hombro. Funcionalidad y calidad de vida.
Alta TDW, De Toledo JM, Veeger HE, Janssen TW, Willems WJ.	2014	The active and passive kinematic difference between primary reverse and total shoulder prostheses.	J Shoulder Elbow Surg	Pubmed	Biomecánica de la prótesis invertida de hombro.
De Toledo JM, Loss JF, Janssen TW, Van del Scheer JW, Alta TD, Willems	2012	Kinematic evaluation of patients with total and reverse	Clinical Biomechanics	Pubmed	Biomecánica de la prótesis invertida de

WJ.		shoulder arthroplasty during rehabilitaion exercises with different loads.			hombro.
Ross M, Hope B, Stokes A, Peters SE, McLeod I, Duke PF.	2015	Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three-part and four-part proximal humeral fractures in the elderly.	J Shoulder Elbow Surg	Pubmed	Indicaciones prótesis invertida de hombro. Resultados y discusión.
Hyun YS, Huri G, Garbis NG, McFarland EG.	2013	Uncommon indications for reverse total shoulder arthroplasty.	Clinic In Orthop Surg	Pubmed	Indicaciones prótesis invertida de hombro. Resultados y discusión.
Drake GN, O'Connor PD, Edwards TB.	2010	Indications for reverse total shoulder arthroplasty in rotador cuff disease.	Clinic In Orthop Relat Res	Pubmed	Indicaciones prótesis invertida de hombro. Fisioterapia tras una prótesis invertida de hombro. Resultados y discusión.
Nerot C, Ohl X.	2014	Primary shoulder reverse arthroplasty: surgical technique.	Orthopaedics And Traumatology	Pubmed	Indicaciones prótesis invertida de hombro.
Atalar AC, Salduz A, Cil H, Sungur M, Celik D, Demirhan M.	2014	Reverse shoulder arthroplasty: radiological and clinical short-term results.	Acta Orthop Traumatol Turc	Pubmed	Funcionalidad y calidad de vida. Fisioterapia tras una prótesis invertida de hombro.
Sirveaux F, Favard L, Oudet D.	2004	Grammont inverted total shoulder arthroplasty in thee treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive ruptura of the cuff.	J Bone Joint Surg Br	Pubmed	Funcionalidad y calidad de vida.
Seebauer L, Walker W, Keyl W.	2005	Total shoulder replacement in defect arthroplasty.	Operat Orthop Traumatol	Pubmed	Funcionalidad y calidad de vida.
Guery J, Favard L, Sirveaux F.	2016	Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements folloed for five to ten years.	J Bone Joint Surg Am	Pubmed	Funcionalidad y calidad de vida.
Boudreau S, Boudreau ED, Higgins LD, Wilcox RB.	2007	Rehabilitation following reverse total shoulder arthroplasty.	J Orthop Sport Phys Ther	Pubmed	Resultados y discusión.

Jackins S.	2004	Postoperative shoulder rehabilitation.	Phys Med Rehabil Clin	Pubmed	Resultados y discusión.
Kraus M, Krischack G, Tepohl L.	2004	Postoperative rehabilitation of patients with shoulder arthroplasty a review on the estándar of care.	J Phys Med Rehabil	Pubmed	Resultados y discusión.
Rodríguez Piñero M, Rodríguez Burgos C, Cardenas Clemente J, Echevarria Ruiz C.	2007	Artroplastia de hombro.	Rehabilitación	Pubmed	Resultados y discusión.
Brems JJ.	1994	Rehabilitation following total shoulder arthroplasty.	Clin Orthop Rel Res	Pubmed	Resultados y discusión.
Jackins S.	2004	Postoperative shoulder rehabilitation.	Phys Med Rehabil Clin	Pubmed	Resultados y discusión.
Walker D, Matsuki K, Struk AM, Wringht TW, Banks SA.	2015	Scapulohumeral rhythm in shoulders with reverse shoulder arthroplasty.	J Shoulder Elbow Surg	Pubmed	Resultados y discusión.

4. Resultados y discusión

La prótesis invertida de hombro está indicada en fracturas de la extremidad proximal de húmero, artrosis glenohumeral, rotura del manguito rotador, artritis inflamatoria, necrosis avascular y luxación de hombro ^{1,21-23,29}. La prótesis de hombro es una intervención quirúrgica aceptada en la actualidad, pero no existen muchas revisiones publicadas sobre el tratamiento fisioterapéutico posoperatorio para pacientes que se han sometido a una prótesis invertida de hombro. El tratamiento de fisioterapia tiene como objetivos conseguir una adecuada movilidad del miembro, que sea indolora y que dé una mayor funcionalidad ²⁹. Los principios generales son ³⁰:

- Iniciar temprano la rehabilitación.
- El fortalecimiento muscular debe de ser gradual y progresivo.
- Al principio se aumentan las repeticiones y luego la resistencia.
- Para un fortalecimiento eficaz y funcional, hay que realizar ejercicios de estabilidad y ejercicios con carga.
- La edad afecta al músculo, no se recuperan igual los pacientes mayores que los más jóvenes.

La colaboración entre el cirujano, médico rehabilitador y el fisioterapeuta es esencial para llevar a cabo una buena rehabilitación posoperatoria ³¹. Los fisioterapeutas tienen que conocer los factores que pueden alterar la rehabilitación. Estos factores son ²⁹:

- El estado del hombro antes de la operación.
- El tipo de implante utilizado en la operación.
- La estabilidad de la prótesis.
- La cavidad glenoidea y la cabeza humeral.

Varían los resultados funcionales y los rangos de movimiento según el paciente. El paciente tiene que ser informado que después de la operación la mecánica del hombro no va a ser igual y que puede tener alguna limitación. Hay tres cosas a tener en cuenta en el tratamiento posoperatorio de fisioterapia ²⁹:

- La función del deltoides.
- La protección de las articulaciones y el posicionamiento posoperatorio.
- Las expectativas funcionales y los rangos de movimiento apropiadas para cada paciente.

Es más difícil que se produzca luxación en la prótesis invertida que en la artroplastia total de hombro; si se luxa sería en posición de rotación interna y en aducción con extensión. Estas posiciones son las más vulnerables de la prótesis invertida ya que producen que la prótesis vaya hacia delante e inferiormente. Estos movimientos son los que hay que tener especial atención durante el tratamiento fisioterapéutico ²⁹.

El reemplazo del hombro es el tercero más común del mundo, tras el de cadera y rodilla ³².

Lo fundamental es mejorar la función del deltoides, ya que después de colocar una prótesis invertida de hombro, los movimientos dependen del músculo deltoides ²⁹.

Para complementar el tratamiento de fisioterapia en una prótesis invertida de hombro, se aplica un masaje sobre la cicatriz, cuya finalidad es la rotura de adherencias, la flexibilidad de los tejidos cicatrizados y la mejora del aspecto estético. Comienza el masaje con movimientos circulares para aumentar la hiperemia local y la elasticidad de los tejidos cicatrizantes; seguido de pinzamientos suaves transversales a la cicatriz para despegarla de los planos subyacentes. Después, deslizamientos laterales para evitar la fibrosis, masaje en zig-zag para generar elasticidad y por último estiramientos longitudinales de la cicatriz. No se debe aplicar masaje sobre la cicatriz cuando persisten los puntos y cuando la cicatriz es muy reciente ³³.

El protocolo posoperatorio de fisioterapia se lleva a cabo mediante cuatro fases ^{29,32,34,35}, cada una respeta la curación y el avance de los tejidos blandos ²⁹, se debe proporcionar un rango de movimiento diferente en cada fase ³². El artículo de Rodríguez Piñero et al. ³⁴ muestra una adecuada y temprana rehabilitación para conseguir unos resultados óptimos, como el alivio del dolor y una mejora de la funcionalidad. El tratamiento empieza con la liberación de los tejidos, seguido de movilización articular y por último, el fortalecimiento muscular. El protocolo de Brems ³⁵ suele durar entre 3 y 6 meses, y comienza 24/48 horas tras la operación, en función del dolor.

A continuación se explican las pautas a seguir de cada una de las cuatro fases. Hay escasos protocolos publicados ³¹. Lo más importante para crear un protocolo de fisioterapia es hacer un examen médico previo para ver la cicatrización de los tejidos blandos y garantizar un tratamiento individualizado ³².

- Fase I, posoperatoria inmediata:

Inmediatamente después del primer día del posoperatorio hasta el final de la sexta semana del posoperatorio. La finalidad es mantener la integridad de la articulación operada, permitir la cicatrización de los tejidos blandos y aumentar gradualmente el rango de movimiento pasivo, así como, restaurar el rango de movimiento activo de mano, muñeca y codo. También nos ayuda a reducir la inflamación y el dolor ^{29,31}, y evitar rigidez del codo y de la muñeca ^{31,32,35}.

Se recomienda empezar con las movilizaciones pasivas entorno a las semanas tres y cuatro después de la operación para asegurarse de una correcta integridad ósea ²⁹; los ejercicios siempre de pasivo a activo y luego asistido ^{31,32}. Los ejercicios de amplitud de movimiento de hombro pasivos y asistidos dentro de unos límites seguros ³¹.

Los movimientos tienen que ser pasivos para disminuir las cargas sobre la articulación recién operada. Se recomienda una discusión con el cirujano para hacer un protocolo de rango de movimiento y un tratamiento de rehabilitación individualizado ^{31,32}. Para prevenir la luxación de hombro, los movimientos de rotación interna no se hacen durante las 6 primeras semanas ²⁹.

Tras el 4º día posoperatorio se recomienda empezar con isométricos del deltoides sin dolor ²⁹.

La inmovilización posoperatoria suele ser con un cabestrillo que mantiene al húmero en una posición en el plano escapular, durante las primeras 3-4 semanas. El cabestrillo se quita durante la terapia, el aseo y mientras se realiza algún ejercicio en casa ²⁹. Después del reemplazo de hombro se recomienda

cabestrillo para inmovilizar durante aproximadamente 4 semanas para reducir el riesgo de una luxación ^{31,32}.

La crioterapia está recomendada para ^{29,31,36} disminuir el dolor, la tumefacción y la hipoxia tisular secundaria; permitir la práctica del ejercicio activo más precozmente durante la rehabilitación; disminuir el dolor y el espasmo muscular.

Las primeras sesiones se centran en movilizar mano y codo. El protocolo fisioterápico continúa con movilizaciones pasivas estrictas durante 90 días, los movimientos son de flexión, extensión, abducción, aducción, círculos, flexión y extensión de codo con hombro a 90° de flexión, decoaptación de hombro, y por último rotaciones ^{29,31}.

- Fase II, movilidad activa o fortalecimiento temprano leve:

De la semana 6 a la 12. No comenzar antes de las 4-6 semanas después de la cirugía para permitir una correcta cicatrización de los tejidos blandos. Consiste en tener completa la movilidad pasiva, la progresión del rango de movimiento activo asistido y la amplitud del movimiento; con ello ganar estabilidad; controlar dolor e inflamación. Hay que seguir teniendo cuidado con la luxación. La cicatrización ya permite hacer ejercicios activos asistidos. El fisioterapeuta se encarga de vigilar y controlar los movimientos y su calidad, y la estabilidad de la articulación. Los movimientos van haciéndose progresivamente en diferentes posiciones. Para controlar la tolerancia del paciente hay que llevar cuidado con la amplitud del movimiento. Hay que observar cuidadosamente las rotaciones en otro plano que no sea el escapular, ya que puede provocar luxación. Los ejercicios isométricos de rotación interna y externa se empiezan a partir de la sexta semana posoperatoria, para respetar la integridad del redondo menor y del subescapular ^{29,31}.

En esta fase se realizan los movimientos de forma activa, son de flexión, extensión, abducción, aducción, círculos, flexión y extensión de codo con hombro a 90° de flexión, rotación externa y decoaptación de hombro ²⁹. Se introducen ejercicios de rotación interna ³⁵.

- Fase III o fortalecimiento moderado:

Comienza a partir de la semana 12 posoperatoria. Se inicia cuando el paciente muestra una movilidad pasiva y activa correcta, y es capaz de activar de forma isotónica cada porción del deltoides. La finalidad es la restauración gradual de la fuerza del hombro, la potencia y la resistencia; y optimizar el control

neuromuscular. El paciente debe de ser capaz de tolerar el fortalecimiento resistido del codo, muñeca y mano. Los objetivos de esta fase son el fortalecimiento, independencia funcional y mantenimiento del hombro sin dolor. También hay que tener cuidado con las luxaciones en las actividades estáticas y dinámicas ^{29,31}. Esta fase ayuda a conseguir los últimos grados de movilidad en todos los movimientos ³⁵.

Se hacen los ejercicios de forma asistida, se pone resistencia para un buen fortalecimiento muscular ³⁷. Los movimientos activo resistidos son de flexión, extensión, abducción, aducción, círculos, flexión y extensión de codo con hombro a 90° de flexión, decoaptación de hombro y rotaciones ^{29,31}. Se añaden las diagonales de Kabat de MMSS para un tratamiento completo.

Para completar el tratamiento fisioterápico de esta fase, junto con las movilizaciones activo-resistidas, se hacen ejercicios con poleas y con las cintas de Theraban. Se añaden ejercicios de coordinación y propiocepción. Para el fortalecimiento, empezar con ejercicios isométricos y luego ir haciendo ejercicios isotónicos con cintas. Hay que llevar atención con la posición para conseguir un buen resultado muscular. También se hacen ejercicios delante de un espejo, los movimientos son de flexión y extensión de ambos brazos a la vez, y luego del brazo operado. También movimientos de abducción y aducción de hombro, subir y bajar hombros, juntar y separar escápulas, peinarse, llevar la mano derecha al hombro izquierdo por delante y por detrás hasta tocar las lumbares y viceversa. Al principio se ayuda en el movimiento, después lo hacen solos y el fisioterapeuta pone resistencia y corrige las compensaciones. Después de los ejercicios se recomienda dar un masaje descontracturante en trapecio, bíceps y en la cicatriz ^{29,31,33,37}.

- Fase IV, fortalecimiento avanzado, independiente o programa en casa progresivo:

A los 4 meses de la operación. Mantener la amplitud del movimiento activo no dolorosa, mejorar el uso funcional de las extremidades superiores y mejorar la fuerza muscular, potencia y resistencia. Se emplean ejercicios de pesas para asegurar la progresión gradual de fortalecimiento ³⁷. El paciente tiene que tener buen rango de movimiento activo del hombro sin dolor y ser independiente ^{29,31,35}.

Los resultados funcionales previstos obtienen con este protocolo una mejora del paciente, pueden realizar movimientos que les serán útiles para las actividades de la vida diaria e incluso actividades deportivas ³⁰.

La prótesis invertida de hombro es una opción de tratamiento cada vez más frecuente, sobre todo cuando existe déficit del manguito rotador. Después de la prótesis invertida de hombro, hay mayor movilidad escapular y la rehabilitación se centra en el músculo deltoides y así con ello mejorar la función y evitar las complicaciones comunes ³⁸. Los principios generales para la fisioterapia posoperatoria de hombro son ³⁷:

- Iniciarse temprano.
- El fortalecimiento tiene que ser gradual y progresivo.
- Las repeticiones deben aumentarse junto a la resistencia.
- Se añaden ejercicios para estabilizar el hombro y ejercicios con carga para promover un fortalecimiento eficaz y funcional.

5. Conclusiones

- La prótesis invertida de hombro está indicada en fracturas de la extremidad proximal del húmero, artritis reumatoide, artrosis glenohumeral, necrosis de la cabeza humeral y rotura del manguito de los rotadores.
- Las complicaciones pueden ser luxación de la prótesis, infección de la herida quirúrgica o del material implantado, hematoma subacromial posoperatorio, aflojamiento de los componentes, *notching* escapular, lesión neurológica, dolor posquirúrgico y pérdida de movilidad.
- La prótesis invertida de hombro permite hacer actividades de la vida diaria sin ninguna limitación funcional. Mejoran el dolor y recuperan la funcionalidad del hombro, pero la rotación externa puede quedar disminuida o ausente.
- La prótesis invertida de hombro es una opción de tratamiento cada vez más frecuente, sobre todo cuando existe déficit del manguito rotador. El objetivo es mejorar la función del deltoides, ya que después de la prótesis invertida los movimientos de hombro dependen del deltoides.
- En las prótesis invertidas de hombro es importante conocer las indicaciones y contraindicaciones, valorar la edad del paciente, la calidad funcional, evaluar el estado del manguito de los rotadores y, particularmente, valorar el estado anatómico y funcional de la articulación.
- El tratamiento fisioterapéutico tras una prótesis invertida de hombro tiene como objetivo conseguir una adecuada movilidad del miembro, que sea indolora y que de una mayor funcionalidad. Es fundamental una buena colaboración entre el cirujano, el médico rehabilitador y el fisioterapeuta para llevar a cabo un buen protocolo de

rehabilitación.

- El protocolo posoperatorio de fisioterapia se lleva a cabo mediante cuatro fases. Fase I o posoperatoria inmediata, fase II o fortalecimiento temprano leve, fase III o fortalecimiento moderado y fase IV o fortalecimiento avanzado.
- Se necesitan más estudios con un seguimiento a largo plazo, sobre el tratamiento de fisioterapia para una prótesis invertida de hombro.

6. Bibliografía

1. Rockwood CA, Wirth MA, Matsen FA, Lippitt SB. Hombro. 4º edición. Madrid: Marbán; 2014.
2. Lugli T. Artificial shoulder joint by Pean (1893). The facts of an exceptional intervention and the prosthetic method. Clin Orthop. 1978;133:215-8.
3. Neer CS 2nd. Articular replacement for the humeral head. J Bone Joint Surg Am. 1955;37A:215-28.
4. Berliner JL, Regalado-Magdos A, Benjamin C, Feeley BT. Biomechanics of reverse total shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Sug. 2015;24:150-160.
5. Grammont PM, Trouilloud P, Laffay JP, Deries X. Etude et realization d´une nouvelle prothèse d´épaule. Rheumatologie. 1987;39:17-22.
6. Ackland DC, Richardson M, Pandy MG. Axial rotation moment arms of the shoulder musculature after reverse total shoulder arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2012;94:1886-95.
7. Ackland DC, Roshan-Zamir S, Richardson M, Pandy MG. Muscle and joint-contact loading at the glenohumeral joint after reverse total shoulder arthroplasty. J Orthop Res 2011;29:1850-8.
8. Ackland DC, Roshan-Zamir S, Richardson M, Pandy MG. Moment arms of shoulder musculature after reverse total shoulder arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2010;92:1221-30.
9. Bergmann JH, De Leeuw M, Janssen TW, Veeger DH, Willems WJ. Contribution of the reverse endoprosthesis to glenohumeral kinematics. Clin Orthop Relat Res 2008;466:594-8.
10. Netter FH. Atlas de anatomía humana. 5º edición. Barcelona. Elsevier; 2011.
11. Schunke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus: texto y atlas de anatomía. 1º edición. Madrid. Panamericana; 2006.
12. Hislop HJ, Montgomery J. Pruebas funcionales musculares. 6º edición. Madrid: Marbán; 2002.
13. Kapandji AI. Fisiología articular. 6º edición. Madrid . Panamericana. 2012.
14. Sociedad española de cirugía ortopédica y traumatología. Manual de cirugía ortopédica y traumatología. 2º edición. Madrid. Panamericana. 2009.
15. Acevedo DC, Mann T, Abboud JA, Getz C, Baumhauer JF, Voloshin I. Reverse total

- shoulder arthroplasty for the treatment of proximal humeral fractures: patterns of use among newly trained orthopedic surgeons. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23:1363-1367.
16. Zumstein MA, Pinedo M, Old J, Boileau P. Problems, complications, reoperations, and revisions in reverse total shoulder arthroplasty: A systematic review. *J Shoulder Elb Surg Am.* 2011;20:146-57.
 17. Walker M, Brooks J, Willis M, Frankle M. How reverse shoulder arthroplasty Works. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:2240-2451.
 18. Maier MW, Caspers M, Zeifang F, Dreher T, Klotz MC, Wolf SI. How does reverse shoulder replacement change the range of motion in activities of daily living in patients with cuff tear arthropathy? A prospective optical 3D motion analysis study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134:1065-1071.
 19. Alta TDW, De Toledo JM, Veeger HE, Janssen TW, Willems WJ. The active and passive kinematic difference between primary reverse and total shoulder prostheses. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23:1395-1402.
 20. De Toledo JM, Loss JF, Janssen TW, Van del Scheer JW, Alta TD, Willems WJ. Kinematic evaluation of patients with total and reverse shoulder arthroplasty during rehabilitation exercises with different loads. *Clinical Biomechanics.* 2012;27:793-800
 21. Ross M, Hope B, Stokes A, Peters SE, McLeod I, Duke PF. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of three-part and four-part proximal humeral fractures in the elderly. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24:215-222.
 22. Hyun YS, Huri G, Garbis NG, McFarland EG. Uncommon indications for reverse total shoulder arthroplasty. *Clinics In Orthopedic Surgery.* 2013;5:243-255.
 23. Drake GN, O'Connor PD, Edwards TB. Indications for reverse total shoulder arthroplasty in rotator cuff disease. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:1526-1533.
 24. Nerot C, Ohl X. Primary shoulder reverse arthroplasty: surgical technique. *Orthopaedics And Traumatology: Surgery And Research.* 2014;100:s181-s190.
 25. Atalar AC, Salduz A, Cil H, Sungur M, Celik D, Demirhan M. Reverse shoulder arthroplasty: radiological and clinical short-term results. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2014;48(1):25-31.
 26. Sirveaux F, Favar L, Oudet D, Et al. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff.

- Results of a multicentre study of 80 shoulders. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86:388-395.
27. Seebauer L, Walker W, Keyl W. Total shoulder replacement in defect arthroplasty. *Operat Orthop Traumatol.* 2005;1:1-24.
 28. Guery J, Favard L, Sirveaux F, et al. Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed for five to ten years. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;87:1742-1747.
 29. Boudreau S, Boudreau ED, Higgins LD, Wilcox RB. Rehabilitation following reverse total shoulder arthroplasty. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(12):734-43.
 30. Jackins S. Postoperative shoulder rehabilitation. *Phys Med Rehabil Clin.* 2004(15):643-682.
 31. Carolyn K, Lynn AC. Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas. 5º edición. China: panamericana; 2010.
 32. Kraus M, Krischak G, Tepohl L. Postoperative rehabilitation of patients with shoulder arthroplasty-a review on the estándar of care. *J Phys Med Rehabil.* 2004;S5:001.
 33. Jesús VG. El masaje terapéutico y deportivo. 6º edición. Madrid: Mandala; 1996.
 34. Rodríguez-Piñero M, Rodríguez-Burgos C, Cardenas-Clemente J, Echevarria-Ruiz De Vargas C. Artroplastia de hombro. *Rehabilitacion.* 2007;41(6)248-57.
 35. Brems JJ. Rehabilitation following total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Rel Res.* 1994;307:70-85.
 36. Kenneth LK. Crioterapia: rehabilitación de las lesiones en la práctica deportiva. 1º edición. Barcelona: Bellaterra; 1996.
 37. Jackins S. Postoperative shoulder rehabilitation. *Phys Med Rehabil Clin.* 2004;15:643-682.
 38. Walker D, Matsuki K, Struk AM, Wright TW, Banks SA. Scapulohumeral rhythm in shoulders with reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24:1129-1134.