

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

**SUSTITUCIÓN DE CABEZA RADIAL EN ADULTOS QUE PRESENTAN
DISLOCACIÓN COMPLEJA DEL CODO**

MONOGRAFÍA

**Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.**

Edna Madaí Aceituno Ortiz

Médica y Cirujana

Guatemala, septiembre 2021



**COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN
COTRAG 2021**



El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación –COTRAG–, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que la estudiante:

1. EDNA MADAÍ ACEITUNO ORTIZ 201500162 2987115160101

Cumplió con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación en la modalidad de Monografía, titulado:

**SUSTITUCIÓN DE CABEZA RADIAL EN ADULTOS
QUE PRESENTAN DISLOCACIÓN COMPLEJA DEL CODO**

Trabajo asesorado por el Dr. Gabriel Ubaldo Hernández Gómez y revisado por la Dra. Claudia Regina Calvillo Paz, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el veintitrés de septiembre del dos mil veintiuno


Dra. Magda Francisca Velásquez Tzuc
Coordinadora


COORDINACIÓN DE TRABAJOS
DE GRADUACIÓN
COTRAG-


UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE
CIENCIAS MÉDICAS
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva
DECANO


Vo.Bo.
Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva PhD
Decano

La infrascrita Coordinadora de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que la estudiante:

1. EDNA MADAÍ ACEITUNO ORTIZ 201500162 2987115160101

Presentó el trabajo de graduación en la modalidad de Monografía, titulado:

**SUSTITUCIÓN DE CABEZA RADIAL EN ADULTOS
QUE PRESENTAN DISLOCACIÓN COMPLEJA DEL CODO**

El cual ha sido revisado y aprobado por el **Dr. Junior Emerson Jovián Ajché Toledo**, profesor de esta Coordinación y, al establecer que cumple con los requisitos solicitados, se le **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el veintitrés de septiembre del año dos mil veintiuno.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora

Guatemala, 23 de septiembre del 2021

Doctora
Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora de la COTRAG
Presente

Dra. Velásquez:

Le informo que yo:

1. EDNA MADAÍ ACEITUNO ORTIZ



Presenté el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA titulada:

**SUSTITUCIÓN DE CABEZA RADIAL EN ADULTOS
QUE PRESENTAN DISLOCACIÓN COMPLEJA DEL CODO**

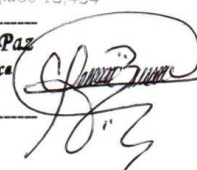
Del cual el asesor y la revisora se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Asesor: Dr. Gabriel Ubaldo Hernández Gómez


Dr. Gabriel Ubaldo Hernández Gómez
Médico Y Cirujano
Ortopedia Y Traumatología
Colegiado 13,454

Revisora: Dra. Claudia Regina Calvillo Paz


Claudia R. Calvillo Paz
Doctora en Salud Pública
Colegiada EL-021

Reg. de personal

20100547.

DEDICATORIA

A mis padres

Porque nunca dejaron de creer en mí, por su amor incondicional y por ser la mejor compañía y motivación.

A mi mejor amiga

Porque su amor trasciende barreras y brinda esperanza.

A mi familia

Por todo el amor, las risas y los momentos juntos.

A mis amigos

Por compartir conmigo los logros y fracasos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por guiarme y cuidarme siempre.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

Por formarme como profesional para usar mi conocimiento en beneficio de la sociedad.

A los doctores Claudia Calvillo y Gabriel Hernández

Por su asesoría, paciencia y apoyo en el desarrollo de este trabajo de graduación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	iii
OBJETIVOS	vii
MÉTODOS Y TÉCNICAS	ix
CONTENIDO TEMÁTICO	
CAPÍTULO 1. ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA ARTICULAR DEL CODO	1
CAPÍTULO 2. DISLOCACIÓN COMPLEJA DEL CODO EN ADULTOS: EPIDEMIOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS	13
CAPÍTULO 3. ABORDAJES QUIRÚRGICOS DEL CODO, IMPLANTES DE CABEZA RADIAL, MANEJO POSTOPERATORIO Y COMPLICACIONES.....	27
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS GENERAL DE LAS DISLOCACIONES COMPLEJAS DEL CODO Y EL USO DE IMPLANTES DE CABEZA RADIAL.....	41
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARIAS.....	69
ÍNDICES ACCESORIOS	71

De la responsabilidad del trabajo de graduación:

El autor es el único responsable de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresadas en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor deberá someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y de las otras instancias competentes que así lo requieran.

PRÓLOGO

Sí existe una manera de cómo mostrar lo imprescindible que es el codo para la vida del ser humano, desde actividades tan simples como alimentarnos y tan complejas como realizar una cirugía, es a través de su estudio y descripción monográfica. Especialmente respecto a su anatomía con sus variantes óseas y ligamentarias, su fascinante biomecánica, sus posibles lesiones, en especial la luxofractura compleja y el manejo integral para poder abordarlo de manera más eficaz y sobre todo para los amantes de la Cirugía Ortopédica; mostrar las diferentes alternativas de tratamiento y técnicas quirúrgicas que resaltan el uso de implantes que hoy por hoy son un pilar fundamental para resolver lesiones complejas del codo.

El trabajo que a continuación se presenta, pretende llevarnos a una comprensión didáctica con un orden cronológico de valiosa información detallada de esta articulación intermedia del miembro superior que une al brazo con el antebrazo para establecer principios y bases fundamentales para el análisis y práctica profesional del traumatólogo, anatomista, fisioterapeuta, ingenieros biomecánicos y de robótica, y estudiantes de medicina.

Es por ello que se invita a prestar atención a los diferentes abordajes quirúrgicos y el uso actual de implantes para sustituir la cabeza radial y así recuperar la estabilidad y funcionalidad, en palabras simples: función de separación, aproximación y rotación de la mano.

Para aquellos que incansablemente buscan la perfecta armonía del codo.

Dr. Gabriel Hernández

Asesor

INTRODUCCIÓN

Las estructuras óseas y ligamentosas son las que brindan estabilidad al codo. La biomecánica articular del codo es compleja debido a los amplios rangos de movimiento que pueden ser ejecutados. De acuerdo a la posición de la articulación, algunas estructuras pasan de funcionar como estabilizadores secundarios a ser estabilizadores primarios, o viceversa. La dinámica articular hace énfasis en la importancia de conocer las estructuras y la función de cada una en las diferentes posiciones que puede adoptar el codo, por ende, orienta sobre el diagnóstico de las lesiones del codo. ^{1,2}

La segunda articulación que los adultos se dislocan con mayor frecuencia es el codo, una de cada cinco dislocaciones se asocia a fractura. El mecanismo de lesión y las estructuras comprometidas son la base para su clasificación. Las dislocaciones complejas del codo abarcan una amplia gama de lesiones, desde dislocaciones relacionadas con fracturas de cabeza radial sin desplazamiento, hasta lesiones óseas relevantes que causan inestabilidad crónica. ^{1,3}

Los primeros estudios de imagen que deben realizarse a estos pacientes son las radiografías simples, ya que permiten evaluar la congruencia articular, el número de fragmentos de las fracturas y si se encuentran desplazados. En el tratamiento de las dislocaciones complejas del codo existe complejidad en múltiples niveles, desde el diagnóstico; decidir el abordaje quirúrgico y el manejo post operatorio. Decidir qué estructuras deben ser reparadas y cómo hacerlo es uno de los aspectos más importantes y retadores, la inestabilidad articular puede persistir si no se repara una estructura o no se hace correctamente. En contraposición, al reparar todas las estructuras lesionadas, se añade complejidad y morbilidad al post operatorio del paciente y eso limita el desarrollo de sus actividades. ^{4,5}

En su mayoría, el tratamiento de las dislocaciones complejas requiere la intervención quirúrgica de dos o más de sus estructuras principales para reestablecer la estabilidad, funcionalidad y prevenir complicaciones severas. En ocasiones, no es posible reparar algunas estructuras debido al grado de lesión o la cantidad de fracturas que presentan, por lo que deben ser reemplazadas. Para reemplazar la cabeza radial multifragmentada se utilizan prótesis, también llamadas implantes. Las características de las prótesis de cabeza radial y la calidad ósea del cuerpo radial donde serán implantadas determinan el desempeño que tendrá el codo del paciente. A pesar de recibir el tratamiento adecuado, los pacientes pueden presentar complicaciones, dentro de estas podemos encontrar: inestabilidad persistente de la articulación, funcionamiento articular limitado, dolor, degeneración ósea y cartilaginosa progresiva. ^{6,7}

Al enfrentamos a un paciente con dislocación del codo es crucial que cuestionemos algunos aspectos, principalmente los siguientes: ¿en qué condiciones se encuentran las estructuras articulares?, ¿cómo están los ligamentos colaterales y el tejido circundante?, ¿alguna estructura articular está fracturada?, ¿es necesario reparar o reemplazar la cabeza radial o alguna otra estructura?, ¿qué abordaje quirúrgico es el apropiado para el o la paciente?, ¿cómo se brindará rehabilitación a la articulación?. Estas preguntas se responden a lo largo de la presente monografía.

Este trabajo tiene como objetivo general describir las características de los implantes radiales que actualmente son usados en el tratamiento de pacientes adultos con dislocación compleja del codo. Para cumplir el objetivo principal, se han establecido cinco objetivos específicos que abarcan diversos aspectos que se relacionan directamente con el objetivo general, desde la puntualización de la anatomía y biomecánica articular, características epidemiológicas de la lesión, escalas de clasificación, abordajes quirúrgicos, tipos de implantes, manejo postoperatorio y secuelas del tratamiento. Los objetivos específicos se responden a lo largo del desarrollo de los capítulos, en el orden descrito.

La metodología empleada para desarrollar este trabajo monográfico involucra el uso de descriptores de ciencias de la salud en inglés y en español, parámetros delimitados para la selección de fuentes de información y del material bibliográfico utilizado, un plan de búsqueda y de análisis de información para profundizar en el tema y correlacionar la información contenida en las fuentes que cumplen con los criterios de selección. La redacción descriptiva y analítica de la monografía representa el último paso para el producto final de este proceso metodológico.

La monografía está compuesta por cuatro capítulos, el primer capítulo incluye las generalidades anatómicas y biomecánicas del codo, el segundo capítulo abarca las dislocaciones del codo y los principales mecanismos de lesión, el tercer capítulo se centra en el diagnóstico y tratamiento de la dislocación compleja del codo. En el último capítulo se presenta un análisis general de los aspectos más importantes a considerar en el abordaje de las lesiones en discusión. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones. Por medio del desarrollo monográfico fue posible concluir que el uso de implantes radiales está ampliamente respaldado actualmente, su selección debe realizarse con absoluta precisión para poder obtener resultados favorables en los pacientes y es imprescindible el seguimiento postoperatorio adecuado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El codo se describe como una articulación de tipo gínglimo - troclear, formada por las articulaciones entre la cabeza radial, el capítulo humeral, olécranon, tróclea humeral, radio proximal y ulna; reforzada por tejido blando medial y lateral, facilita un rango de movimiento de 0° a 140°. Para la realización de actividades cotidianas se requiere un rango de 30°-130°. La forma y tamaño de la cabeza radial cambia mucho de una persona a otra, pero en cada persona se correlaciona con el lado contralateral. El 60% de la carga recibida por el codo es transmitido por la articulación radio-humeral. La cabeza radial funciona como un estabilizador primario, principalmente para la estabilidad en valgo, desplazamiento posterolateral, durante el movimiento axial del radio y carga en varo. ^{1,4,8}

La dislocación compleja del codo se define como la dislocación del codo que se acompaña de alguna fractura concomitante ipsilateral de radio, ulna o húmero. Dentro de los mecanismos de trauma de la dislocación del codo se encuentra la hiperextensión, trauma directo, varo-supinación con compresión axial y valgo-supinación con compresión axial; este último es el más común. En los traumatismos del codo se presentan lesiones óseas y de tejido blando, lo cual causa inestabilidad articular, disminución marcada de la funcionalidad y degeneración progresiva, por lo que amerita intervención quirúrgica pertinente para evitar el deterioro. ^{2,3,5,8}

Las dislocaciones del codo representan el 28% de las lesiones de esta articulación y las dislocaciones complejas corresponden al 26%, con frecuencia se asocian a fracturas de la apófisis coronoides, la cabeza radial, el olécranon y el cóndilo medial. Las fracturas de la cabeza de radio representan el 5% de todas las fracturas en adultos, del 17 al 19% en los traumatismos del codo y 33% de las fracturas del codo. Aproximadamente 85% de estas fracturas se presentan en personas jóvenes, activas, con un rango de edad de entre 20 y 60 años. Sin distinción de género, con una relación hombres/mujeres de 1:1; pero los pacientes masculinos presentan fracturas más graves. En la actualidad, la edad de ocurrencia de estas fracturas presenta una media de 45 años, 48 años para mujeres y 41 años para hombres. ^{9,10}

En Chile la prevalencia nacional de vida de fracturas es de 18%, mientras que para los adultos mayores de 55 años es de 25.1%. En los hombres, la prevalencia es relativamente estable para diferentes edades, mientras que las mujeres presentan un crecimiento constante a medida que envejecen. En México las fracturas de radio presentan una prevalencia del 15 al 20% del total de fracturas tratadas en los diferentes servicios de urgencias. Generalmente estas fracturas son secundarias a una caída sobre la mano completamente extendida, la oblicuidad del

trauma determina el desplazamiento dorsal y radial del fragmento distal radial. Todos los grupos etarios son afectados por diferentes fracturas a nivel mundial, presentan comportamientos variables de acuerdo con la edad y mecanismo de lesión, esto constituye una carga importante para la salud pública.^{11,12}

La colocación de prótesis de cabeza radial está indicada en las fracturas conminutas o irreparables. En caso de presentar lesiones de la membrana interósea o de la articulación radioulnar distal que se asocian a fracturas de cabeza radial que no pueden ser reparadas, deben ser reemplazadas por una prótesis. El desarrollo de nuevas técnicas quirúrgicas e invención de implantes más sofisticados, han permitido mejores resultados en el tratamiento de estas lesiones debido a su mayor precisión anatómica. El objetivo de la sustitución de la cabeza radial es restaurar la estabilidad articular para que el paciente se movilice con normalidad. El 77% de los pacientes a quienes se les coloca un implante anatómico de cabeza radial presentan resultados favorables. En los pacientes que retrasan el tratamiento quirúrgico, únicamente el 45% presenta resultados favorables post operatorios.^{1,7,13}

El conocimiento detallado de la anatomía, biomecánica articular, abordaje quirúrgico adecuado, mecanismo de lesión y posibles técnicas de fijación de la fractura y/o artroplastia, son esenciales para el tratamiento y rehabilitación del codo. Las dislocaciones complejas del codo son una entidad de manejo complejo que se asocian a morbilidad significativa a largo plazo. El tratamiento inadecuado puede dar lugar a persistencia de la inestabilidad articular, artritis post traumática, rigidez y dolor. Aproximadamente el 15% de los pacientes con dislocación compleja del codo permanecen con algún síntoma compatible con inestabilidad. La inestabilidad recurrente no ha sido comúnmente referida por estos pacientes, pero los síntomas se han observado en hasta en 35% de los casos. La lesión en discusión es socialmente relevante debido a su alta incidencia, frecuencia, complejidad de tratamiento, recuperación post quirúrgica y la vitalidad de la articulación para el desarrollo de actividades cotidianas; dichos factores resaltan la importancia de profundizar en el tema por medio de este trabajo.¹⁴

Por medio de esta monografía, se busca exponer el uso de implantes radiales en el tratamiento de la dislocación compleja del codo en adultos de América y Europa durante los últimos seis años (2015-2021), complementando el desarrollo del tema con la comparación de las diferentes escalas de clasificación de fracturas del codo (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Orthopedic Trauma Association, Mason, Gartland, Mayo, O'Driscoll, Regan y Morrey y Monteggia), abordajes quirúrgicos (posterior, anterior, lateral y posterolateral),

tipos de implantes y complicaciones; para presentarlos por medio de un análisis profundo. En esto radica su importancia y relevancia científica, ya que los estudios existentes sobre el tema no comparan las diferentes escalas, técnicas y materiales, esta es la razón principal para el desarrollo de este trabajo.

La pregunta central de investigación es: ¿Cuáles son las características de los implantes de cabeza radial utilizados en el tratamiento de pacientes adultos con dislocación compleja del codo en América y Europa durante los últimos 6 años (2015-2021)?

OBJETIVOS

General

Exponer las características de los implantes de cabeza radial utilizados en el tratamiento de pacientes adultos con dislocación compleja del codo en América y Europa durante los últimos 6 años (2015-2021).

Específicos

- Puntualizar los aspectos fundamentales de la anatomía y biomecánica articular del codo.
- Mencionar las características epidemiológicas de los pacientes adultos que presentan dislocación compleja del codo.
- Comparar las escalas de clasificación de fracturas para los huesos que forman la articulación del codo.
- Describir los aspectos fundamentales de los abordajes quirúrgicos y de los implantes de cabeza radial, utilizados actualmente en el tratamiento de la dislocación compleja del codo.
- Detallar el manejo postoperatorio y las complicaciones presentadas en los pacientes post colocación de implante de cabeza radial por dislocación compleja del codo.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

Tipo de estudio: documental, de compilación.

Diseño: descriptivo.

Para la elaboración de la presente monografía se utilizaron como base estudios de tipo descriptivos. Se empleó la página web de Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) de la Biblioteca Virtual de Salud (BVS) y Scielo. A su vez, se aplicaron encabezados de Temas Médicos (MeSH) de la Biblioteca Nacional de Medicina (National Library of Medicine) de Estados Unidos, se ejecutaron los recursos para descriptores y definiciones de terminología médica internacional, también se hizo uso de Cochrane. Como gestor de referencias se utilizó Mendeley Reference Manager. Por medio de la tabla 1 localizada en anexos, se ejemplifican con más detalle todos los parámetros de búsqueda que fueron empleados.

Selección de las fuentes de información:

- Primarias: libros, artículos y revistas científicos
- Secundarias: tesis de posgrado
- Terciarias: guías o manuales de práctica clínica
- Buscadores: Medline, Pubmed, Scielo, EBSCO, BVS

Selección del material utilizado:

- Idiomas de búsqueda: español e inglés
- Años de publicación: 2015-2021
- Tipos de estudios utilizados: transversales descriptivos, transversales correlacionales-causales, transversales exploratorios y longitudinales de cohorte, todos con enfoque cuantitativo
- Unidad de estudio: sustitución de cabeza radial en adultos con dislocación compleja del codo

Para la selección de las fuentes de información se utilizaron revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios de prevalencia, estudios de incidencia, serie de casos, estudios de cohorte, estudios observacionales retrospectivos, estudios descriptivos, artículos de revisión, protocolos de vigilancia y guías de práctica clínica.

Para tener la literatura más actualizada sobre todos los temas a tratar en esta monografía se incluyó toda aquella bibliografía en idioma español e inglés que fue publicada de enero de

2015 a mayo de 2021 en América y Europa. Los artículos científicos obtenidos de los buscadores previamente mencionados, realizados en población adulta, con diagnóstico de dislocación compleja del codo, documentación de intervención quirúrgica, colocación de implante en codo, post operatorio y seguimiento de caso para detección de complicaciones.

Plan de análisis:

Los artículos que cumplían los criterios previamente descritos fueron tomados en cuenta para el estudio y de esta forma se realizó la búsqueda exhaustiva sobre el tema en discusión. Se realizó una revisión y evaluación profunda de los artículos previamente seleccionados. Posteriormente se organizaron los artículos por medio de fichas electrónicas bibliográficas con lo más relevante de cada uno. Luego de tener organizados los artículos, se seleccionaron los que fueron de utilidad para la investigación. Por último, se realizó el análisis y la interpretación de los artículos y se plasmó en los capítulos de la monografía. En la tabla 2 localizada en anexos, se evidencia una matriz de artículos seleccionados de acuerdo con el tipo de estudio.

Para complementar la descripción de los aspectos anatómicos de la articulación del codo, se solicitó autorización al secretario académico y al coordinador de la Unidad de Anatomía Humanada de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para fotografiar algunos modelos anatómicos óseos (húmero, radio, ulna y articulación del codo) y para utilizar con fines ilustrativos dichas fotografías en esta monografía.

CAPÍTULO 1. ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA ARTICULAR DEL CODO

Sumario

- **Generalidades del codo**
- **Anatomía del codo**
- **Biomecánica articular**

En este capítulo se describen los aspectos fundamentales de la anatomía y biomecánica articular del codo. El capítulo inicia con los aspectos generales del codo y conforme avanza el desarrollo de los subtemas, se presentan las características más complejas de la articulación. La información contenida en este capítulo es la base para comprender la dislocación compleja del codo, mecanismo de lesión, tratamiento y manejo postoperatorio que serán discutidos en los capítulos siguientes.

1.1 El codo

El miembro superior se destaca por sus amplios e importantes rangos de movimiento, las articulaciones de éste interaccionan en sincronía para la realización de los distintos movimientos involucrados en diversas actividades. El codo es una de las tres principales articulaciones del miembro superior.¹⁵

El codo es una articulación sinovial de tipo gínglimo - troclear, está comprendido por estabilizadores óseos y ligamentosos, sus movimientos puros son: flexión y extensión en plano sagital, en un eje transversal. Cuando los movimientos del codo se realizan en conjunto con los de otras articulaciones, puede realizarse pronación y supinación de este. El codo es una de las articulaciones más complejas del cuerpo humano debido a su anatomía y biomecánica, se localiza de 2 a 3 centímetros debajo de los epicóndilos del húmero.^{4,16,17}

Con respecto a la embriología del codo, es importante mencionar que al final de la cuarta semana de gestación, las células del esclerotoma forman el mesénquima, que es un tejido conjuntivo embrionario con la capacidad de formar hueso. Al inicio los huesos se presentan como condensaciones de las células mesenquimales. Las articulaciones inician su desarrollo cuando el mesénquima se condensa en la interzona articular en la sexta semana de gestación.¹⁸

El desarrollo embrionario de la articulación del codo ocurre en tres fases: interzona homogénea, interzona de tres capas y cavitación. Las áreas que dan origen al cartílago, también llamadas comedogénicas, reciben el nombre de interzonas homogéneas alrededor de las seis semanas de gestación. Las áreas de crecimiento cartilaginoso aumentan a través de crecimiento

posicional del embrión. Las zonas homogéneas se tornan en interzonas de tres capas a las siete semanas. El tejido mesenquimal se convierte en una cápsula fibrosa y el mesénquima vascular se convierte en tejido sinovial, así como los ligamentos intracapsulares. La cavitación es inicialmente independiente del movimiento, pero la movilización articular es completamente necesaria para la diferenciación y desarrollo. ¹⁶

Al final de la octava semana de gestación, las zonas articulares tienen características similares a las articulaciones de los adultos. Un grupo específico de células en los sitios articulares primarios contribuye a la formación de las articulaciones de tipo sinovial y sus cartílagos respectivos. ¹⁸

1.2 Anatomía del codo

La articulación del codo está comprendida por tres huesos largos: húmero, radio y ulna que a su vez forman tres articulaciones principales: humeroulnar, radiohumeral y radioulnar proximal. El codo se encuentra reforzado por tejido blando medial y lateral que brinda estabilidad a la articulación. Cuenta con dos ligamentos colaterales: el ligamento colateral medial o colateral ulnar y el ligamento colateral lateral. ^{16,17}

La anatomía ósea u osteología de la articulación del codo está comprendida específicamente por tres porciones de los huesos principales: húmero distal, radio proximal y ulna proximal. En el epicóndilo medial del húmero se insertan ligamentos y músculos que permiten la funcionalidad articular. El húmero distal posee dos estructuras articulares muy importantes: la tróclea y el capítulo, estas dos estructuras forman el cóndilo humeral. Las estructuras articulares de la ulna proximal son: escotadura troclear, escotadura radial y apófisis coronoides. La cabeza radial se articula con la ulna mediante la escotadura radial de la ulna y esto permite la pronación y la supinación del codo. ¹⁶

- **Húmero**

El húmero se localiza en la región del brazo, es el hueso más largo del miembro superior, se articula superiormente con la escápula e inferiormente con el radio y la ulna. El húmero en su porción proximal cuenta con una cabeza, los cuellos quirúrgico y anatómico, y los tubérculos mayor y menor. La cabeza humeral tiene forma de esfera, esta se articula con la cavidad glenoidea escapular. El surco que limita la cabeza humeral y separa los tubérculos mayor y menor es el que forma el cuello anatómico, además indica la línea donde se inserta la cápsula articular del hombro. La mayor parte de fracturas humerales ocurren en el cuello quirúrgico, pues es una parte reducida que se localiza distal a la cabeza y los tubérculos. ¹⁵

La unión de la cabeza con el cuerpo del húmero está indicada por los tubérculos mayor y menor, además sirven de inserción para algunos de los músculos que se dirigen de la escapula al húmero. En el margen lateral se localiza el tubérculo mayor y el tubérculo menor se presenta anteriormente. El surco que separa ambos tubérculos recibe el nombre de intertubercular o bicipital, este proporciona un paso resguardado para el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial.¹⁵

Dos detalles muy importantes se encuentran en el cuerpo humeral, el primero es la tuberosidad deltoidea en la cual se inserta el músculo deltoides, la segunda es el surco espiral que da paso a la arteria braquial profunda y al nervio radial. En el extremo inferior se localizan las crestas supracondíleas, medial y lateral, éstas terminan distalmente en el epicóndilo medial y lateral, son sitio de inserción para varios músculos.¹⁵ (Imagen 1.1)

En el extremo distal del húmero se encuentra el cóndilo, la tróclea, la fosa radial, fosa coronoidea anteriormente y fosa olecraneana posteriormente. En su extremo distal, el húmero tiene dos caras articulares: un epicóndilo lateral que se articula con la cabeza del radio y medialmente una tróclea que se articula con el extremo ulnar proximal. La fosa coronoidea, localizada en la cara inferior, recibe al proceso coronoides cuando el codo se encuentra en flexión completa. En la cara posterior se ubica la fosa olecraneana y se acomoda al olécranon cuando el codo se encuentra completamente extendido.^{15,17} (Imágenes 1.1 y 1.2)

- Ulna

La ulna que previamente se conocía como cúbito, es el hueso que brinda estabilidad al antebrazo, se localiza medial al radio y es el más largo de los huesos del antebrazo. El tamaño de su extremo proximal es mayor que el distal, se articula con el húmero proximalmente y lateralmente con la cabeza del radio. Cuenta con dos proyecciones prominentes que le permiten articularse con el húmero, estas proyecciones son: el olécranon, proyectado proximalmente desde su cara posterior y forma el punto más prominente del codo, y la apófisis o proceso coronoides que tiene una proyección anterior.¹⁵

La apófisis coronoides y el olécranon forman las paredes de escotadura troclear. Bajo la apófisis coronoides se ubica la tuberosidad ulnar y ésta sirve de inserción para el tendón del músculo braquial. La apófisis coronoides cuenta con la escotadura radial en su cara lateral, inferiormente se encuentra la cresta del músculo supinador. Entre esta cresta y la parte distal del proceso coronoides se encuentra la fosa del supinador, punto de inserción del músculo supinador.¹⁵ (Imagen 1.3)

El cuerpo ulnar es grueso y cilíndrico proximalmente, su diámetro disminuye progresivamente hacia el extremo distal. En el estrecho se encuentra un pequeño abultamiento con forma de disco, que es la cabeza de la ulna. La porción proximal anterior de la ulna se articula con la tróclea humeral en el punto medio de la articulación del codo. ^{15,17} (Imágenes 1.3 y 1.4)

- Radio

El hueso más corto y lateral del antebrazo es el radio. En el extremo proximal cuenta con una cabeza corta, un cuello y una tuberosidad medial. La cabeza del radio en su cara superior es lisa y cóncava, esto le permite articularse con el húmero durante la flexión y extensión del codo. La cabeza radial está cubierta por cartílago a excepción del tercio anterolateral que no tiene hueso subcondral, esta característica lo predispone a fracturas. En el centro tiene una cavidad con forma semejante a un óvalo. La cabeza y el cuello radial no se encuentran alineados con la diáfisis, se posicionan en un ángulo de 15° con relación a esta. La cabeza radial se encuentra anatómicamente relacionada con el complejo de ligamentos laterales, principalmente al ligamento anular y al ligamento radial colateral. ^{15,19}

Distal a la cabeza radial se localiza el cuello. El radio posee una tuberosidad ovalada, se localiza distal a la porción medial del cuello y marca el límite entre el extremo proximal y el cuerpo radial. La cabeza radial es un estabilizador en valgo cuando el complejo de ligamentos se encuentra lesionado y no participa cuando se encuentran íntegros, es un estabilizador secundario en esta posición. Se encuentra principalmente involucrado en la estabilidad longitudinal. La forma y tamaño de la cabeza radial varía mucho de una persona a otra, pero individualmente se correlaciona con el lado contralateral. El 60% de la carga recibida por el codo se transmite a través de la articulación radio humeral. ^{15,19}

El cuerpo se ensancha de forma progresiva en dirección distal. En un corte transversal, el extremo distal del radio tiene esencialmente cuatro caras, la incisura ulnar se forma en la cara medial, en esta se acomoda la cabeza de la ulna. La cara lateral va tomando forma de cresta hasta formar el proceso estiloides del radio. El radio cuenta con un tubérculo dorsal que se sitúa entre dos surcos poco profundos, los tendones de los músculos posteriores del antebrazo pasan por ellos. La apófisis estiloides del radio es mayor y más distal en comparación con el de la ulna. Los cuerpos del radio y la ulna son triangulares en la mayor parte de su longitud. El borde interóseo de ambos huesos se conecta con la fibrosa y delgada membrana interósea del antebrazo, cuyas fibras son oblicuas en su mayoría. ¹⁵ (Imágenes 1.5 y 1.6)

1.2.1 Articulación del codo

El complejo articular del codo, como fue mencionado en las secciones del codo y anatomía del codo, está formado por tres diferentes articulaciones. La articulación humeroulnar es de tipo bisagra y permite la flexión y extensión articular. La articulación radiohumeral es una diartrosis condílea que permite la flexión, extensión y rotación axial. La articulación radioulnar proximal es de tipo trocoide, permite la supinación y pronación. En la articulación radioulnar proximal, la cabeza del radio se encuentra alojada en la fosa radial cubital y el ligamento anular la rodea. ²⁰ (Imagen 1.7)

Las estructuras óseas más relevantes en la cara lateral del codo son: el epicóndilo lateral y la cabeza radial, dichas estructuras se pueden identificar por medio de palpación superficial. La superficie articular, formada por el capítulo del húmero distal, casi esférica y recubierta de cartílago hialino; y la cabeza radial esférica, posee una concavidad en el centro. Proximal y anterior al capítulo humeral se encuentra la fosa radial, en esta se aloja la cúpula radial durante los últimos grados de flexión articular. ²⁰

Medialmente, la superficie articular está conformada por la epitróclea y la tróclea humeral, juntas forman una polea, también cuenta con la escotadura troclear del cúbito. En el húmero se encuentran la fosa coronoidea proximal a la tróclea en la cara anterior, y la fosa olecraneana en la cara posterior. La apófisis coronoides encaja en la fosa coronoidea, por eso posee ese nombre, y el olécranon en la fosa olecraneana, esto ocurre cuando la articulación se encuentra en los últimos grados de flexión. ²⁰

La tróclea es similar a una polea en su forma y funcionalidad. El cóndilo humeral se articula con la incisura troclear ulnar y la cara superior de la cabeza radial, es por esto que existe una articulación humeroulnar y una humerorradial. En el codo, las superficies articulares están recubiertas casi en su totalidad de cartílago hialino. Cuando el codo está flexionado en ángulo recto y el antebrazo está intermedio entre supinación y pronación, las superficies articulares se encuentran en contacto casi por completo. ¹⁵ (Imagen 1.8)

- Cápsula articular

El codo posee una cápsula articular compuesta por una membrana fibrosa que lo rodea. Esta membrana se inserta en los bordes externos lateral y medial del húmero, en las superficies articulares del cóndilo y la tróclea, su dirección es en sentido ascendente y se sitúa proximal a las fosas coronoidea y olecraneana. ¹⁵

La membrana sinovial es el recubrimiento de la cápsula articular, abarca la superficie interna de la membrana fibrosa y las porciones no articulares del húmero que se encuentran dentro de la cápsula. Inferiormente la membrana sinovial del codo continúa con la membrana sinovial de la articulación radioulnar proximal. La cápsula articular tiene refuerzos laterales, brindados por los ligamentos colaterales, pero es débil anterior y posteriormente.¹⁵

Las tres articulaciones del codo están rodeadas por la cápsula articular en un solo complejo. La cápsula articular es un estabilizador importante del codo, especialmente durante la extensión. En extensión, la cápsula articular es responsable del 70% de la estabilidad frente a la tensión secundaria a la posición del codo, del 30% de la estabilidad en varo y del 40% en valgo. Esta cápsula tiene un grosor significativo y uniforme a excepción de los ligamentos, puesto que estos son engrosamientos capsulares que forman los complejos ligamentosos medial y lateral.²⁰

- Ligamentos del codo

Los ligamentos colaterales brindan refuerzo lateral a la cápsula articular, son bandas triangulares que se forman por el engrosamiento lateral y medial de la cápsula como fue mencionado anteriormente. El ligamento colateral radial tiene forma de abanico, es lateral, se dirige desde el epicóndilo humeral lateral y se fusiona con el ligamento anular del radio distalmente. El ligamento colateral ulnar es triangular y medial, abarca desde el epicóndilo medial hasta el proceso coronoides y el olécranon.¹⁵

Cada uno de estos dos ligamentos está hecho de porciones ligamentarias menores. El ligamento colateral ulnar y el ligamento colateral radial ejercen un rol importante en la estabilización de la articulación en valgo y varo estrés en su arco de movilidad basal. Además, estos ligamentos contribuyen a la estabilidad fisiológica articular.^{1,2}

El ligamento colateral ulnar es un complejo ligamentoso medial compuesto por tres fascículos: anterior, posterior y transversal o ligamento de Cooper. La porción anterior y la posterior se originan del epicóndilo medial en el húmero distal en la porción posterior del codo, esto genera tensión cuando el codo se encuentra flexionado. El sitio de inserción de la porción anterior del ligamento colateral medial es el tubérculo de la apófisis coronoides de la ulna, y la porción posterior se inserta en el olecranon medial de la ulna.^{16,20}

En relación a la biomecánica articular del codo, el fascículo anterior es el más importante, ya que actúa principalmente durante la extensión y es responsable del 30% de la estabilidad del codo en valgo. Durante la flexión el fascículo posterior es importante ya que el 55% de la estabilidad en varo es aportada por este, y es el encargado de brindar estabilidad al codo durante las maniobras clínicas de estrés articular. El ligamento colateral ulnar es el estabilizador lateral

principal, este se mantiene tenso durante la flexión y extensión. Este complejo actúa como estabilizador estático primario del codo. El ligamento colateral ulnar soporta el 15% de la estabilidad en varo, y durante la flexión soporta el 10% de la estabilidad en varo.²⁰

El ligamento colateral radial es un complejo ligamentoso lateral que está compuesto por cuatro fascículos: ligamento colateral ulnar lateral, ligamento colateral radial, colateral radial accesorio y el ligamento anular. El ligamento colateral radial inicia en el epicóndilo y finaliza en ligamento anular del radio, permanece tenso en los diferentes arcos de movimiento. Cuando está presente, el ligamento colateral radial accesorio inicia el tubérculo supinador del cúbito y termina en el ligamento anular radial, su función se enfoca en reforzar la estabilidad en varo. El ligamento colateral ulnar lateral se dirige desde el epicóndilo humeral hacia el tubérculo de la cresta supinadora del cúbito. La porción anterior del ligamento anular se tensa durante la supinación y la posterior durante la pronación.²⁰

El ligamento anular envuelve la cabeza radial y se adhiere a los márgenes anterior y posterior de la ulna proximal. El ligamento colateral radial y el ligamento anular brindan estabilidad a la cabeza radial. El Ligamento colateral ulnar se inserta en la ulna proximal y el ligamento colateral radial se adhiere al ligamento anular. El ligamento colateral medial posee menos vascularización en su porción distal, esto dificulta el proceso de cicatrización de acuerdo con la localización de la lesión.¹⁶

- **Musculatura del codo**

Son diecisiete los músculos que cruzan la región del codo y se dirigen hacia el antebrazo y la mano, la mayoría de estos músculos influye en el movimiento de la articulación y su función se ve afectada por la posición del codo. Estos músculos se agrupan funcionalmente en cuatro grupos: anterior, posterior, medial y lateral.^{15,20}

El grupo de musculatura anterior se compone por el bíceps braquial y braquial anterior, y son inervados por el nervio musculocutáneo. El bíceps braquial entra en la fosa ulnar anterior como un tendón y se inserta en la tuberosidad radial. Algunas fibras del bíceps braquial se insertan en la cápsula anterior, esto facilita la aparición de miositis osificante en diferentes lesiones del codo.²⁰

La musculatura posterior está compuesta por el tríceps braquial y posee tres porciones o cabezas: larga, medial y lateral. La cabeza larga se origina en el tubérculo infraglenoideo de la escápula, la cabeza medial y la cabeza lateral se originan en la cara posteromedial y posterolateral del húmero. El tendón se inserta distalmente en el olécranon. Es el único extensor

del codo, especialmente la porción medial y el nervio radial le brinda inervación. El músculo ancóneo brinda débil ayuda al tríceps braquial. ^{15,20}

En el epicóndilo medial se origina el grupo de músculos mediales. Este grupo está integrado por el complejo muscular flexor-pronador, los nervios mediano y cubital que le brindan inervación. El músculo flexor largo del pulgar tiene su origen en el epicóndilo medial y en la cara lateral del radio y su inserción en la base de la falange distal del pulgar. El músculo flexor radial del carpo o también denominado palmar mayor se origina en el epicóndilo medial y se inserta en la base del segundo metacarpiano. El músculo palmar mayor, flexor superficial y flexor profundo de los dedos se originan en la epitroclea y se insertan en las falanges media y distal de los dedos, correspondientemente. Formado por dos vientres que se originan en la epitroclea y el cúbito, el flexor cubital del carpo se inserta en el pisiforme, en el ganchoso y también en la base del quinto metacarpiano. ²⁰

El conjunto que conforma la musculatura lateral tiene su origen en el epicóndilo lateral en el grupo de la musculatura extensora-supinadora y lo inervan algunas ramas de los nervios radial e interóseo posterior. La inserción del músculo braquiorradial es en la estiloides del radio. El extensor radial largo del carpo se inserta en la base del segundo metacarpiano y el extensor radial corto en la base del tercer metacarpiano. El músculo extensor común de los dedos da origen a los tendones extensores de los dedos índice a meñique. En la aponeurosis dorsal del quinto dedo se inserta el extensor del quinto dedo. El músculo extensor cubital del carpo tiene su origen en dos cabezas, una cabeza humeral en epicóndilo lateral y una cabeza cubital en la cara posterior; se inserta distalmente en la cara dorsal de la base del quinto metacarpiano. ²⁰

El músculo supinador se origina en tres puntos: en el epicóndilo, el ligamento colateral lateral y en la cresta supinadora del cúbito, después cruza para insertarse lateralmente en el radio y proximal a la tuberosidad. El músculo ancóneo tiene su origen en el epicóndilo lateral y llega a la porción dorsal y lateral del cúbito proximal. Los músculos flexores principales de la articulación son el braquial y el bíceps braquial. Cuando existe resistencia, el pronador redondo y el braquiorradial participan en conjunto con los flexores principales en la flexión lenta. ^{15,20}

- Irrigación, drenaje linfático e inervación

Con relación a la irrigación, la arteria braquial da origen a las arterias del miembro superior y la vena braquial da origen a las venas de este. Las arterias: braquial, braquial profunda, ulnar y radial le brindan flujo sanguíneo por medio de sus ramas colaterales, recurrentes y anastomosis a la articulación del codo. El drenaje venoso ocurre a través de las venas braquial, radial, ulnar y

basílica. La fosa ulnar anterior se encuentra en la transición entre el brazo y el antebrazo, esta fosa contiene el nervio radial, la arteria braquial y el nervio mediano. ¹⁵⁻¹⁷

Por medio de la fosa cubital, lateral al nervio mediano y anterior al músculo braquial anterior pasa la arteria braquial, luego se divide en radial y cubital. La arteria braquial en su recorrido es acompañada por la vena braquial, y brinda venas concomitantes. La arteria radial se localiza medial al tendón del bíceps y la arteria cubital pasa a través de la fosa cubital profunda al pronador redondo. ²⁰

La arteria colateral ulnar brinda irrigación a la porción posterior medial, y la arteria colateral ulnar inferior brinda irrigación a la porción anterior medial; la arteria braquial profunda da origen a la rama colateral media y rama colateral radial, estas brindan irrigación lateral posterior y anterior respectivamente. La arteria recurrente radial brinda irrigación a la porción inferior lateral de la articulación. Las arterias recurrentes ulnares anterior y posterior irrigan la porción medial inferior anterior y posterior de la articulación del codo. ¹⁵

Los tres nervios más importantes de la extremidad superior atraviesan el codo. Anteriormente, la articulación del codo recibe ramas del nervio mediano, radial y musculocutáneo. El nervio ulnar proporciona inervación a la articulación posteriormente. Las ramas del nervio mediano se dirigen en pequeñas secciones que inervan el epicóndilo anteromedial. Algunas ramas del nervio radial engloban la región posterolateral de la cápsula del codo. ^{16,20}

El nervio mediano pasa por la cara anterior del codo, se encuentra protegido en la fosa cubital y la abandona entre las dos cabezas del pronador redondo. Lateralmente el nervio radial atraviesa por la cara anterior del codo, entre los músculos braquiorradial y braquial anterior; abandona la fosa cubital y da origen a las ramas motora y sensitiva. La rama motora ingresa en el supinador corto y su nombre cambia a nervio interóseo posterior. El nervio cubital se desplaza por el codo a través del canal epitrocLEAR, dirigiéndose hacia la cara anterior del antebrazo entre las dos cabezas del flexor cubital del carpo. Además de los tres troncos nerviosos principales, existen muchos nervios cutáneos. El nervio braquial cutáneo lateral es la rama terminal del nervio musculocutáneo, este provee inervación la cara anterior externa del codo y del antebrazo. El nervio braquial cutáneo interno es una rama directa del fascículo medial del plexo braquial, este brinda inervación sensitiva a la cara medial del brazo y el codo. ²⁰

El drenaje linfático está dado por grupos de nódulos linfáticos. Los nódulos linfáticos cubitales son profundos y se ubican sobre el epicóndilo medial en el codo. Los nódulos linfáticos cubitales se localizan sobre el epicóndilo medial en el codo. Los nódulos linfáticos cubitales superficiales reciben linfa del lado medio de la mano y antebrazo, mientras que los nódulos

linfáticos cubitales profundos drenan la articulación del codo. Eventualmente la linfa producida en el miembro superior puede drenar en los nódulos linfáticos axilares bilateralmente.¹⁶

- Bolsas de contenido sinovial que rodean la articulación

No todas las bolsas de contenido sinovial que rodean la articulación del codo son clínicamente relevantes. Dentro de las bolsas más importantes se encuentran las tres bolsas del olécranon: intratendinosa, subtendinosa y subcutánea. La bolsa sinovial intratendinosa del olécranon frecuentemente se localiza en el tendón del bíceps braquial. La bolsa sinovial subtendinosa se encuentra entre el olécranon y el tendón del tríceps, en relación proximal a la inserción con el olécranon. La bolsa sinovial subcutánea del olécranon se ubica en el tejido conectivo subcutáneo sobre el olécranon. La bolsa sinovial bicipitorradial separa al tendón del bíceps de la parte anterior de la tuberosidad del radio, así disminuye la fricción entre estas estructuras.¹⁵

1.3 Biomecánica articular

La estabilidad del codo puede sintetizarse por medio de la teoría de la estabilidad del trípode de Morrey, ya que la articulación cuenta con tres estabilizadores principales que son: la articulación humeroulnar, el ligamento colateral radial y la porción anterior del ligamento colateral ulnar. Dentro de los estabilizadores secundarios, se encuentra la cabeza radial, la cápsula articular y los músculos periarticulares. La cabeza radial es un estabilizador secundario en valgo estrés y el ligamento ulnar colateral medial es el estabilizador primario en esta posición. En personas sanas, la flexión tiene un rango de movimiento de 130 a 154°, la extensión abarca de -6 a 11°, la pronación de 75 a 85° y la supinación de 80 a 104° de movilidad. Para la realización de actividades cotidianas se requiere 30°-130°.^{9,16}

La estabilidad del codo se puede describir estática y dinámicamente, ya que la posición de articular genera variaciones en la función de las estructuras. Cuando el codo está en reposo, las estructuras que proveen estabilidad a la articulación son: la articulación humeroulnar, el ligamento medial colateral, el ligamento colateral lateral y la cápsula. La congruencia articular brinda estabilidad dinámica cuando los músculos que atraviesan la articulación se contraen para realizar movimientos. Los estabilizadores dinámicos brindan estabilidad a través de la activación de varios músculos que rodean el codo.³

La cabeza radial es un estabilizador primario, especialmente para la estabilidad en valgo, en el desplazamiento posterolateral, el movimiento axial del radio y las cargas en varo. Se le atribuye 30% de resistencia en valgo a la cabeza radial. La cabeza radial resiste la carga axial junto con la membrana interósea, es así como se mantiene la integridad de la articulación

radioulnar proximal y distal. La cabeza radial brinda un aporte importante durante a la carga en varo puesto que mantiene la congruencia de la articulación radiohumeral y también la tensión del ligamento colateral lateral. La cabeza radial actúa como estabilizador posterior secundario, el primario es la apófisis coronoides. Si se extirpa el 25% de la apófisis coronoides, es posible causar una subluxación del codo con una flexión aproximada de 70°. ¹⁰

Durante la flexión, el ligamento colateral medial es el estabilizador primario y su resección puede causar inestabilidad en todas las posiciones, a excepción de la extensión. La articulación radiohumeral es un estabilizador secundario que brinda más del 30% de la estabilidad anterior y lateral por medio del arco de flexión. En valgo estrés, el ligamento colateral medial se estira y la articulación se comprime, esto los convierte en estabilizadores primarios. En varo estrés, el ligamento colateral lateral y la cápsula articular se estiran y la articulación humeroulnar funciona como estabilizador primario. ¹⁰

La cabeza radial y la apófisis coronoides pueden ser consideradas como una pared anterior que evita el deslizamiento anterior del húmero distal. La cabeza radial se torna importante contra las fuerzas axiales, posterolateral y valgo estrés, mientras que el proceso coronoides se torna importante en contra de la rotación en varo y posterolateral. Las contribuciones relativas de los componentes anterior, lateral o posterior de la cabeza radial dependen de la posición del antebrazo. ⁸

Las estructuras óseas humeroulnares cumplen una función estabilizadora estática primaria del codo y es necesario conservar por lo menos el 30% del olécranon y el 50% de la apófisis coronoides para mantener la estabilidad del codo. Cuando el codo se encuentra extendido, las superficies articulares aportan el 55% de la estabilidad en varo y el 30% de la estabilidad en valgo aproximadamente. Durante la flexión del codo a 90°, aportan el 75% de la estabilidad en varo y el 35% de la estabilidad en valgo. La articulación radiohumeral es un estabilizador secundario en valgo, el cual se torna más importante cuando las estructuras ligamentosas mediales se encuentran lesionadas. ²⁰

La articulación humeroulnar es la encargada de proveer estabilidad cuando el codo se enfrenta varo estrés, el ligamento colateral lateral resiste solo el 10% de varo estrés. El ligamento colateral lateral es completamente un estabilizador primario, provee estabilidad a las articulaciones radiohumeral, radioulnar y humeroulnar. En la articulación humeroulnar, la apófisis coronoides es el estabilizador articular más importante del codo. La cabeza radial y la apófisis coronoides sostienen en contra de las fuerzas musculares intrínsecas de los flexores y extensores y previenen el desplazamiento del antebrazo. El ligamento colateral medial funciona como un estabilizador en valgo y en rotación posteromedial. El ligamento colateral medial brinda un tercio

de la estabilidad en valgo durante la extensión y la mitad de la estabilidad en flexión articular a 90°. ^{2,16, 21}

El ligamento colateral medial funciona como un estabilizador primario del codo durante el valgo estrés. Tiene un papel importante en los movimientos activos de la articulación, es uno de los ligamentos de esta articulación que se lesiona con mayor frecuencia. Las porciones anterior y posterior del ligamento colateral medial tienen funciones recíprocas, la porción anterior se tensa durante la extensión y la porción posterior se tensa durante la flexión. Durante la rotación interna del codo, el ligamento colateral medial limita la rotación interna de la articulación. La porción anterior del ligamento colateral medial también tiene función de resistencia en la inestabilidad rotacional posteromedial, brinda un tercio de la resistencia a valgo estrés en extensión y un cuarto de la resistencia cuando el codo se encuentra a 90° en flexión. El ligamento colateral medial coincide con los músculos flexor y pronador del antebrazo en estabilidad dinámica. ¹⁶

1.4 Variantes anatómicas

Por medio del análisis de cadáveres ha sido posible estudiar las características de los fascículos del ligamento colateral medial, principalmente el fascículo transverso y su relación con el fascículo anterior. Con mayor frecuencia el fascículo transverso se sitúa distal a la mitad del fascículo anterior, y las variantes menos frecuentes incluyen fascículos transversos que se desplazan por todo el fascículo anterior. ¹⁶

Dentro de las variaciones en los fascículos anterior y posterior del ligamento colateral medial, se ha encontrado que el segmento anterior no presenta variaciones significativas de inserción. El fascículo anterior del ligamento se inserta de 1 milímetro a 3 milímetros de la línea articular. Se encontró que el 25% de los cadáveres presentaba una porción accesorio en el ligamento colateral medial, creando un ligamento colateral medial de cuatro fascículos. ¹⁶

CAPÍTULO 2. DISLOCACIÓN COMPLEJA DEL CODO EN ADULTOS: EPIDEMIOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS

Sumario

- **Dislocación compleja del codo**
- **Epidemiología**
- **Mecanismos de lesión**
- **Diagnóstico**
- **Clasificación de las fracturas**

En este capítulo se define la dislocación compleja del codo y los diferentes mecanismos de lesión que pueden causarla. Se mencionan las características epidemiológicas de los pacientes adultos que presentan dislocación compleja del codo y se describen las escalas de clasificación de las fracturas de los huesos que forman la articulación del codo, posteriormente se hace una comparación de éstas. Para una mejor comprensión de las escalas de clasificación, se describen los estudios de imagen que pueden ser utilizados y las ventajas e indicaciones de cada uno de estos.

2.1 Dislocación compleja del codo

El codo es la segunda articulación que los adultos se dislocan con mayor frecuencia. La dislocación o luxación ocurre cuando se pierde la relación anatómica de las superficies articulares, frecuentemente es causada por un movimiento articular fuera del tolerado fisiológicamente, en una dirección externa a los rangos anatómicos y funcionales. La dirección de la dislocación puede variar dependiendo el mecanismo del trauma. Las dislocaciones del codo son lesiones que pueden ser catalogadas como simples o complejas, dependiendo de la presencia o ausencia de fracturas asociadas.^{1,6}

Cuando la dislocación se asocia a fractura de coronoides y cabeza de radio, se conoce como triada terrible del codo. En cambio, cuando la dislocación del codo se acompaña de fractura de radio, ulna o húmero ipsilateral, se conoce como dislocación compleja del codo. Las dislocaciones complejas del codo se acompañan de diversas lesiones óseas, desde fracturas no desplazadas de cabeza radial hasta fracturas que cambian por completo la anatomía articular, y requieren de intervención quirúrgica especializada para su tratamiento. Debido a las fracturas asociadas que presentan, también son llamadas luxofracturas.^{6,14}

En general las dislocaciones complejas del codo se describen como anteriores o posteriores, teniendo como base el desplazamiento de la ulna con respecto al húmero distal. Las dislocaciones posteriores son generalmente resultado de una fuerza axial aplicada a través de un codo en supinación con valgo estrés. Por el contrario, las dislocaciones anteriores ocurren durante la aplicación de una fuerza posterior aplicada al codo en flexión o en hiperextensión. Estas lesiones resultan en morbilidad significativa para el paciente y se asocian a riesgo elevado de movilidad limitada, inestabilidad articular crónica, artrosis post traumática en contraste con las dislocaciones simples. ^{1,2,6}

Las fracturas del codo son causadas por traumas de baja y alta energía, pueden afectar el extremo distal del húmero, olécranon, cabeza radial o una combinación de estos. Las fracturas complejas del codo dificultan su reducción y posterior fijación. Las fracturas son lesiones de suma importancia en la vida de todas las personas, tanto por el costo del tratamiento, como por la carga en la vida laboral y social. ^{3,11}

2.2 Epidemiología

En Estados Unidos de América, la dislocación del codo se presenta en 6 de cada 100 000 personas durante su vida. Las dislocaciones complejas representan el 26% de las dislocaciones del codo, con mayor frecuencia se acompañan de fracturas de apófisis coronoides, cabeza del radio, cóndilo medial y olécranon. Las fracturas afectan a todos los grupos sociales, presentan comportamientos diferentes de acuerdo a la edad y el mecanismo de lesión, esto representa un fenómeno con una carga importante para la salud pública en todos los países. ^{9,12,14}

En Inglaterra, la prevalencia de vida de fracturas en la población general se calcula en 38.2%, 44.7% en el sexo masculino y 32% en el sexo femenino. En Chile, la prevalencia nacional de vida de fracturas es de 18% y de 25.1% en los ciudadanos mayores de 55 años. El porcentaje de fracturas anuales que requieren hospitalización es de 38.5% de las lesiones por trauma, 11.2% de estas fracturas se trata ambulatoriamente. Las mujeres con alto nivel educativo son las que reportan menos fracturas, únicamente 8.9%. En México las fracturas de radio tienen una prevalencia del 15 al 20% de todas las fracturas tratadas en los servicios de urgencias. ^{11,12}

De todas las fracturas en adultos, las fracturas de la cabeza radial representan el 5%, en los traumas del codo figuran en el 17 al 19%, y en las fracturas específicas del codo se muestran en el 33%. Aproximadamente el 85% de las fracturas de cabeza radial ocurren en gente con un rango de edad de entre 20 y 60 años con una media de 45 años. Estas fracturas no presentan distinción de sexo, su relación es 1:1; pero el sexo masculino presenta fracturas más graves. Se

estima que el 33.33% de fracturas de cabeza radial se asocia a lesiones del ligamento colateral medial, fractura de olecranon y/o fractura de apófisis coronoides.¹⁰

2.3 Mecanismo de lesión

Han sido descritos varios mecanismos que producen dislocación compleja del codo, los más destacados son: hiperextensión, trauma directo, varo supinación con compresión axial y valgo supinación con compresión axial; el último es el más común. Las caídas sobre la propia altura desde la bipedestación causan aproximadamente el 60% de las dislocaciones complejas del codo, para fracturar los huesos de la articulación es necesaria una fuerza de impacto elevada. El patrón de las dislocaciones complejas del codo depende del mecanismo de lesión.^{3,9}

El círculo de Horii, resume el patrón típico de lesión en tejidos blandos de lateral a medial, durante las dislocaciones del codo, este patrón está descrito en fases. La primera fase involucra la rotura del ligamento colateral lateral, en la segunda fase se evidencia la rotura de otras estructuras ligamentarias laterales y de las porciones anterior y posterior de la cápsula articular, en la última fase, ocurre la ruptura del ligamento colateral medial. Debido a que el ligamento colateral medial está compuesto por fascículos, la fase 3 se ha subdividido. En la fase 3A el ligamento colateral medial se rompe parcialmente, en la fase 3B el ligamento se rompe completamente, y en la fase 3C los tejidos blandos se desinsertan del húmero distal y esto causa la dislocación completa o parcial del codo.⁹

Estudios realizados en cadáveres han demostrado que las dislocaciones complejas del codo ocurren con mayor frecuencia en un rango entre 15° de extensión y 30° de flexión. En esta posición la función del ligamento colateral medial es menos efectiva. En esta posición, la carga axial a través de la articulación genera mayor estrés en la porción anterior de la articulación humeroulnar y esto causa fractura y dislocación de la apófisis coronoides. Mientras mayor sea el arco de flexión, más largo será el fragmento de apófisis coronoides cuando se fracture.³

Cuando al codo en extensión con el antebrazo en supinación se le agrega valgo estrés, la presión articular se concentra en la articulación humeroulnar, la cabeza radial y el ligamento colateral medio; esto causa un patrón de inestabilidad rotacional posterolateral con dislocación de la articulación del codo asociada a fractura que incluye la dislocación posterior con fractura de cabeza radial.³

Cuando al codo en extensión se le agrega una carga axial y se somete a varo estrés, puede causarle una lesión compresiva a la mitad medial del codo y dar lugar a fracturas de coronoides, las fuerzas de tensión que actúan lateralmente causan ruptura del ligamento colateral lateral. Cuando el codo se encuentra en flexión, este patrón puede causar fractura en el olécranon

y por consiguiente inestabilidad rotacional posteromedial. Un trauma directo en la cara posterior del codo en flexión puede causar dislocación anterior del codo con fractura de olécranon, como también lo puede causar una lesión en hiperextensión. ³

El mecanismo de lesión por carga axial ocurre cuando el codo está en flexión y la cara dorsal del antebrazo proximal recibe un golpe directo de alta energía. Cuando el antebrazo se desplaza anteriormente en relación con el húmero distal, la ulna proximal se fractura, y genera una fractura de pilón del codo. Las fracturas conminutas son las más frecuentes. Este patrón de lesión se describe como luxio-fractura transolecraneana en anterior o posterior. La relación del antebrazo y la cabeza radial con el húmero distal determinan si es anterior o posterior. La articulación radioulnar proximal permanece intacta después de las luxio-fracturas transolecraneanas, generalmente los complejos del ligamento colateral lateral y del ligamento colateral medial se mantienen unidos al fragmento distal. ²

La aplicación de una carga rotatoria posterolateral en valgo causa el mecanismo más común de dislocación compleja del codo, la lesión rotatoria posterolateral en valgo. Esta ocurre como resultado de una carga axial junto con las fuerzas en valgo y supinaciones ejercidas alrededor del codo. Con mayor frecuencia sucede cuando una persona se cae sobre un brazo extendido junto con la rotación interna del cuerpo en relación con la extremidad superior fija. En este mecanismo, el orden de lesión inicia con la supinación patológica que avulsiona el ligamento colateral cubital lateral del epicóndilo lateral. Seguidamente la cabeza radial, se fractura a causa de una subluxación progresiva inferiormente, en relación con el capitellum. Frecuentemente, este patrón de lesión resulta en una dislocación del codo acompañado de fracturas de cabeza radial y coronoides. La fuerza ejercida puede causar inicialmente ruptura del ligamento colateral medial, lo cual elimina la restricción primaria contra el estrés en valgo. ²

La carga rotatoria posteromedial en varo ocurre principalmente por una caída hacia atrás con el brazo en extensión. El mecanismo principal es la carga en varo que rompe el ligamento colateral lateral y causa fractura troclear en la cara anteromedial de la apófisis coronoides conforme avanza la deformidad. Con mayor rotación interna o pronación del antebrazo, la coronoides se disloca por detrás de la tróclea. La cara anteromedial de la apófisis coronoides es propensa a lesiones por carga en varo, ya que el 60% de esta estructura no está sostenida por la metáfisis cubital. ²

2.4 Dislocación con fractura de cabeza radial

Las fracturas más frecuentes del codo son las de cabeza radial, generalmente son causadas por una caída sobre la mano en extensión, la oblicuidad del traumatismo determina el

desplazamiento dorsal y radial del fragmento distal del radio. El antebrazo pronado transmite mayor fuerza a través del radio. Las fracturas pueden ser parcial o totalmente articulares. El manejo de las fracturas de cabeza radial varía desde la movilización inmediata hasta la resección completa o sustitución protésica.^{3,7,9,11}

La cabeza radial es un estabilizador primario al enfrentarse al estrés longitudinal y estabilizador secundario frente al estrés en valgo. También participa en la función tensora del ligamento colateral lateral, esta función es importante frente al estrés en varo. En las dislocaciones complejas del codo que involucran fractura de cabeza radial, la estabilidad articular se ve gravemente afectada ya que los estabilizadores primarios y secundarios se lesionan en su mayoría.^{3,7}

Si no existe otra fractura aparte de la de cabeza radial, el tratamiento se debe enfocar menos en la función de esta como un estabilizador y más en la función de supinación y pronación además de la prevención de artrosis. Cuando se decide realizar escisión de la cabeza radial secundaria a una dislocación compleja, se debe contar con prótesis de cabeza radial para ser utilizada en caso de que exista inestabilidad significativa posterior a la resección. La sustitución protésica de la cabeza radial busca restaurar la estabilidad articular del codo. Se realiza principalmente en fracturas conminutas o irreparables, en lesiones complejas de la articulación del codo con inestabilidad asociada.^{3,7}

2.5 Diagnóstico

El diagnóstico de las dislocaciones complejas del codo es amplio, debe incluir un interrogatorio preciso que brinde información sobre el mecanismo de lesión, ya que este nos brindará una idea general de las estructuras articulares que se encuentran afectadas. Seguidamente el examen físico debe ser muy detallado ya que es la guía del tratamiento, este debe incluir una evaluación minuciosa de las estructuras articulares y neurovasculares. Las articulaciones del hombro y radioulnar distal pueden lesionarse junto con la del codo, por esto deben ser incluidas en el examen físico. Posteriormente se debe brindar soporte a las articulaciones afectadas y se realizarán los estudios de imagen necesarios para el diagnóstico y plan de tratamiento específicos.²

- **Maniobras diagnósticas**

Las maniobras diagnósticas deben realizarse con mucho cuidado y precisión, teniendo presentes las estructuras que posiblemente se encontrarán lesionadas según el mecanismo del trauma, ya que podrían aumentar la inestabilidad articular y ser poco toleradas por el paciente dependiendo la gravedad de la lesión.²

La inestabilidad en valgo es causada por lesiones en el ligamento colateral medial, en su porción anterior. Estas lesiones ocurren después de una dislocación o por reincidencia de lesiones de desgaste. La historia de la lesión incluye un crujido y dolor en el codo después del impacto o lanzamiento, o dolor recurrente en el lado medial del codo. Cuando la lesión es por desgaste, existe una pérdida progresiva de velocidad, precisión y resistencia, que puede agravarse por el déficit de rotación interna glenohumeral. En el examen físico, es evidente el dolor a la palpación sobre el ligamento colateral medial, esta prueba tiene una sensibilidad del 81% al 94% y especificidad del 22% para un desgarramiento del ligamento colateral medial. Para la prueba de esfuerzo en valgo, la sensibilidad es de 66% y especificidad del 60%. ²

La maniobra de ordeño evalúa la porción anterior del ligamento colateral medial. Esta maniobra se realiza con el hombro en rotación externa y el codo flexionado más de 90°. Se le debe aplicar una fuerza en valgo tirando del pulgar del paciente, mientras la otra mano del examinador estabiliza el codo y palpa la línea articular medial. Se realiza una modificación de la maniobra con el hombro en aducción, máxima rotación externa y el codo flexionado a 70° mientras se aplica una tensión en valgo tirando del pulgar. ²

La prueba de esfuerzo en valgo móvil presenta 75% de especificidad para lesiones del ligamento colateral medial y 100% de sensibilidad. Esta prueba se debe ejecutar con el paciente en posición vertical, el hombro colocado en 90° de abducción y máxima rotación externa con el codo en máxima flexión. Se aplica una fuerza en valgo constante a medida que el codo se extiende a 30° de flexión. Una prueba positiva debe reproducir dolor sobre el ligamento colateral medial entre 70° y 120° de flexión. Para confirmar los hallazgos de la prueba, el examinador puede invertir los movimientos y flexionar el codo mientras aplica fuerza en valgo, demostrando dolor en el codo en el mismo rango de flexión. ²

La inestabilidad rotatoria posterolateral es la inestabilidad recurrente más común del codo. Esta es causada por un trauma o iatrogenia que involucra el ligamento colateral lateral. Los síntomas se deben a la subluxación posterior recurrente de la cabeza radial, se manifiesta como dolor lateral del codo o síntomas mecánicos cuando se aplica una carga mientras el codo está en flexión y supinación. Para evaluarla se debe realizar la prueba de desplazamiento lateral del pivote, con el paciente en decúbito supino, el brazo se debe elevar sobre la cabeza del paciente con el hombro colocado en rotación externa completa y el antebrazo en supinación. Se aplica una fuerza en valgo, en supinación y axial mientras el codo se flexiona lentamente. ²

Cuando el codo se encuentra a 40° de flexión, el desplazamiento rotatorio se maximiza y se puede ver un hoyuelo en la piel proximal a la cabeza radial, debido a la dislocación de la cabeza radial. Con una mayor flexión, el hoyuelo desaparece a medida que se reduce la cabeza

radial. En un paciente despierto, el único síntoma puede ser la incomodidad posicional. En pacientes anestesiados, la prueba de desplazamiento lateral del pivote es 100% sensible, sin embargo, en pacientes despiertos es 38% sensible debido al dolor que genera.²

La prueba del cajón rotatorio posterolateral debe realizarse con el paciente en decúbito supino con el brazo sobre la cabeza y el antebrazo completamente en supinación. Se posiciona el codo en flexión de 40° y se aplica una fuerza anteroposterior al radio y al cúbito. La prueba provoca subluxación de la cabeza radial en el paciente sedado o demasiado dolor en el paciente despierto. La prueba de desplazamiento lateral del pivote y la prueba del cajón rotatorio posterolateral son confiables en pacientes sedados.²

Algunas maniobras son bien toleradas en pacientes sin sedación. La prueba de flexión en silla se realiza con el paciente sentado y los codos en abducción alejándose del cuerpo y flexionados a 90° con los antebrazos en supinación. Las manos del paciente deben ser colocadas en los brazos de una silla y empujando hacia arriba como para levantarse de la silla. La extensión del codo aplica una carga axial y en valgo al codo en supinación mientras el paciente se eleva.²

En la prueba de flexión en decúbito prono, el paciente inicialmente se debe colocar en posición de flexión, con los codos flexionados a 90° y el antebrazo supinado. Después, el paciente extiende los codos en una flexión. Estas pruebas causan dislocación de la cabeza radial en pacientes con inestabilidad rotatoria posterolateral. Para estas pruebas ha sido demostrada una sensibilidad del 87,5% en el uso de pruebas individuales, y una sensibilidad del 100% cuando al usar ambas pruebas.²

La prueba de reubicación de la mesa tiene tres componentes. La maniobra se inicia con el antebrazo en supinación con la mano colocada alrededor del borde de una mesa. Al inicio el paciente aplica una carga axial a través del codo mientras éste se flexiona, provocando dislocación a los 40° de flexión. El paciente repite la primera maniobra mientras el examinador aplica presión sobre la cabeza radial, evitando así la subluxación y los síntomas. Finalmente, el examinador retira el pulgar del codo parcialmente flexionado y la subluxación de la cabeza radial reproduce el dolor. Esta prueba se considera más específica que la prueba de flexiones en silla y flexiones en decúbito prono, porque el alivio de la aprensión hace que la patología intraarticular sea menos probable que cause síntomas.²

El patrón de inestabilidad rotatoria posterolateral en varo, ocurre después de que el antebrazo en pronación recibe una carga axial en valgo, esto provoca una fractura en la cara anteromedial de la apófisis coronoides y ruptura del ligamento colateral lateral. Inmediatamente después del trauma, las maniobras de exploración física pueden no ser posibles. En el entorno

subagudo, la prueba de esfuerzo en varo asistida por gravedad se puede utilizar para provocar inestabilidad o síntomas mecánicos. Esta prueba se realiza con el brazo en abducción de 90°, el hombro debe estar en rotación neutra mientras el paciente flexiona y extiende el codo. ²

- Estudios de imagen

Los estudios de imagen son el paso siguiente a la evaluación clínica. Es importante administrar sedación para lograr disminuir las molestias que la lesión causa al paciente, de esta manera los estudios de imagen serán de mejor calidad y el diagnóstico será más preciso junto con su tratamiento. Las radiografías con proyección anteroposterior, lateral y oblicua de la articulación del codo deben realizarse en todos los casos de dislocación del codo. ²

El uso de tomografía computarizada, resonancia magnética y ultrasonido articular debe ser valorado de acuerdo con la utilidad de cada uno con relación a las lesiones que presenta cada paciente. Los estudios de imagen se utilizan para confirmar las sospechas clínicas, especificar las lesiones, planificar el tratamiento y también para realizar controles estructurales después de realizar intervenciones oportunas. ²

Las radiografías con proyección anteroposterior, lateral y oblicuas del codo deben ser solicitadas en todos los pacientes para evaluar anormalidades óseas y fracturas asociadas a las lesiones que se han evidenciado en la evaluación clínica. Las radiografías en inestabilidad en valgo pueden demostrar fracturas avulsivas del ligamento colateral medial, lesiones crónicas, osificación del ligamento colateral medial y osteofitos periarticulares. ⁴

Las radiografías sin estrés en inestabilidad posterolateral pueden evidenciar una avulsión del epicóndilo lateral o ensanchamiento de la articulación de la cabeza radial con el capitellum humeral. La subluxación de la cabeza radial puede crear fracturas por impactación en la porción posterior del capitellum humeral. El signo de caída, descrito como una distancia ulno-humeral mayor de 4 milímetros en la radiografía lateral, documenta la flacidez del cúbito en el codo extremadamente inestable. Las radiografías de esfuerzo obtenidas mientras se realiza la prueba de desplazamiento del pivote lateral muestran ensanchamiento humeroulnar y subluxación de la cabeza radial. En la inestabilidad posteromedial en varo, los estudios de imagen pueden demostrar pequeñas fracturas por avulsión del epicóndilo lateral y roturas de la coronoides anteromedial. ⁴

La tomografía computarizada se utiliza para evaluar la anatomía ósea y caracterizar las fracturas que se observan a causa de las dislocaciones complejas del codo. La fractura de coronoides observada en la inestabilidad posteromedial en varo, se evalúa mejor con tomografía computarizada, se utiliza para la planificación preoperatoria. En la inestabilidad en valgo, los

artrogramas por tomografía computarizada, mejoran la detección de lesiones del ligamento colateral medial de espesor parcial. Los artrogramas presentan sensibilidad de 71% a 86% y especificidad de 91%.⁴

La utilidad principal de la resonancia magnética es la evaluación de los tejidos blandos, incluidos los ligamentos colaterales y los posibles fragmentos osteocondrales. Es la prueba de elección para la inestabilidad en valgo. La resonancia magnética sin contraste tiene una sensibilidad del 57% al 79% y una especificidad del 100% para las lesiones del ligamento colateral medial, presenta baja intensidad de señal a lo largo de la línea articular medial. Las lesiones crónicas pueden demostrar calcificación heterotópica u osificación ligamentosa. Las lesiones asociadas al cartílago articular, lesiones en el origen del flexor común y la inflamación del nervio cubital, también pueden evaluarse por medio de resonancia magnética.⁴

La localización anatómica del codo es accesible para ser evaluado por medio de ultrasonografía, la mayoría de sus estructuras son superficiales y es posible obtener imágenes de cada estructura que compone la articulación, se pueden realizar evaluaciones dinámicas, lo cual es útil en algunos casos. La ultrasonografía puede ser realizada rápidamente para evaluar esguinces y rupturas ligamentarias. Las rupturas ligamentarias se observan como discontinuidad del ligamento hiperecoico con fluido anecoico en el espacio que separa los cabos del ligamento. El ligamento colateral medial puede ser evaluado cuando el paciente se encuentra en decúbito supino con el hombro en abducción y rotación externa, el codo debe estar flexionado a 90°. ^{13,22}

2.6 Clasificación de fracturas del codo

Las fracturas del codo son una patología frecuente, las más habituales en los adultos son las fracturas de la cabeza radial, seguidas de las ulnares (olécranon y apófisis coronoides) y las supraintercondíleas del húmero. Mayoritariamente en las luxaciones del codo, el radio y el cúbito proximales se desplazan en dirección posterior o posterolateral. Las fracturas asociadas generalmente a las dislocaciones complejas son las de la cabeza del radio y de la apófisis coronoides. Existen diversas escalas para clasificar las fracturas que pueden estar involucradas en las dislocaciones complejas del codo.⁹

- Clasificación de las fracturas de cabeza radial

Las fracturas de la cabeza radial son las más comunes del codo. Se producen generalmente por un mecanismo axial con el miembro superior extendido y el antebrazo pronado, puesto que en esta posición se transmite más fuerza a través del radio. En el patrón de inestabilidad rotacional posterolateral de la lesión, las fracturas ocurren cuando la parte anterior de la cabeza radial es empujada hacia el capitellum durante la luxación. Las fracturas pueden ser

articulares totales o articulares parciales. Si las fracturas son articulares parciales, afectan con mayor frecuencia a la faceta anteromedial de la cabeza radial, seguida de la faceta anterolateral.

3,9

Mason en 1954 desarrolló la primera clasificación que fue ampliamente aceptada para las fracturas de la cabeza radial, usó como base 100 fracturas de la cabeza radial tratadas y reevaluadas después de más de 2 años. Distinguió tres tipos de fracturas que requieren diferentes abordajes terapéuticos: tipo I, fisura o fractura marginal no desplazada; tipo II, fractura marginal desplazada con separación o impactación; y tipo III, fractura conminuta desplazada que afecta a toda la cabeza del radio. Posteriormente, Broberg y Morrey agregaron un tipo IV definido como una fractura de la cabeza radial combinada con una luxación del codo.¹³

Hotchkiss modificó la clasificación de Mason agregando varios criterios clínicos. El tipo II se define como una fractura desplazada de la cabeza o el cuello radial combinada con bloqueo mecánico del movimiento articular o con pérdida de la congruencia articular. El tipo III se caracteriza por la conminución que impide la fijación interna y requiere resección o sustitución protésica de la cabeza radial.¹³

La clasificación está basada en las características radiológicas y las del examen clínico que se realizan en busca de lesiones asociadas, esto mejora drásticamente la clasificación inicial en relación con la toma de decisiones. Además, Hotchkiss recomienda realizar una tomografía computarizada para obtener información detallada sobre las características de los fragmentos óseos y el desplazamiento de éstos. Una fractura con desplazamiento mínimo menor de 2 mm, sin bloqueo mecánico, puede recibir tratamiento conservador, corresponde al tipo I de esta clasificación. Una fractura reconstruible, no menos de tres fragmentos óseos, corresponde al tipo II, es indicación de tratamiento quirúrgico por medio de reducción y fijación interna. Una fractura conminuta irreconstruible, con más de tres fragmentos óseos, corresponde al tipo III, puede ser tratada con una sustitución protésica o una exéresis de acuerdo con las lesiones asociadas y el estado del paciente. En las fracturas irreconstruibles de cabeza radial, las opciones de tratamiento involucran la escisión de la cabeza radial o hemiartroplastía, es decir reemplazo protésico de la cabeza del radio.^{10,23}

- Fracturas de coronoides

Las fracturas de apófisis coronoides se encuentran dentro de las fracturas del codo más frecuentes, después de las fracturas de cabeza radial. Para clasificar las fracturas de apófisis coronoides se utiliza el sistema de clasificación Regan y Morrey, el cual divide las fracturas de acuerdo al porcentaje óseo que se encuentra fracturado. Cuando únicamente la punta de la

coronoides está fracturada, corresponde al tipo I. Una fractura de coronoides que abarca menos del 50% de la longitud, se cataloga como tipo II. Las fracturas con más del 50% de la longitud de la apófisis coronoides involucrada, corresponden al tipo III.³

Se considera que las fracturas de la porción anteromedial de la apófisis coronoides se producen por una fuerza de lesión rotatoria posteromedial en varo. Estas son lesiones distintas del codo asociadas con la rotura del ligamento colateral lateral y típicamente con la preservación de la cabeza radial y ligamento colateral medial. El reconocimiento de las fracturas coronoides anteromediales es la base de la clasificación de fracturas de coronoides de O'Driscoll, que tiene en cuenta tanto el tamaño como la ubicación de la lesión. Las fracturas de tipo I involucran exclusivamente la punta de la apófisis coronoides, las fracturas de tipo II abarcan la porción anteromedial y las de tipo III abarcan desde la zona basal.⁵

- Fracturas de olécranon

El sistema de clasificación de Mayo, es el más utilizado para las fracturas de olécranon, se orienta en función de la conminución, el desplazamiento y la estabilidad de la fractura de la articulación humeroulnar. La clasificación divide las fracturas de olécranon en tipos I a III de acuerdo a la estabilidad y el desplazamiento observado por medio de radiografías simples. Las de tipo I son fracturas no desplazadas, las de tipo II se desplazan por lo menos 3 mm, pero la articulación humeroulnar se encuentra estable, porque las estructuras ligamentosas están intactas, las lesiones de tipo III involucran una fractura de olécranon desplazada que se acompaña de una articulación humeroulnar inestable y ligamentos colaterales gravemente lesionados. Cuando las fracturas no son conminutas, se denominan tipo A, si son conminutas se denominan tipo B.^{24,25}

- Fracturas supracondíleas humerales

Las fracturas supracondíleas se clasifican de acuerdo con el grado de desplazamiento que presentan. El sistema de clasificación utilizado es Gartland. Las fracturas de Gartland tipo I son fracturas no desplazadas, mínimamente desplazadas u ocultas y son difíciles de ver en las radiografías. La línea humeral anterior todavía se cruza con la mitad anterior del capitellum. El único signo visible en una radiografía es el de almohadilla de grasa positiva. Las fracturas de Gartland tipo II son fracturas que se desplazan principalmente hacia atrás, pero la corteza posterior permanece intacta. Las fracturas de Gartland tipo IIB son fracturas con la corteza posterior intacta que permiten la extensión con algún grado de desplazamiento rotacional. Las fracturas de Gartland tipo III son fracturas completamente desplazadas y con rotura cortical. El

desplazamiento posteromedial es más común en el 75% de los casos, en comparación con el desplazamiento posterolateral que ocurre en el 25% de los casos.²⁶

- Fracturas de cóndilo humeral lateral (Capitellum)

El capitellum es el margen articular de la columna lateral y abarca un arco de aproximadamente 180° en el plano sagital. El capitellum juega un papel crítico en la estabilidad del codo, principalmente resistiendo el valgo y la carga longitudinal. El cizallamiento del cóndilo humeral puede llegar a causar fracturas en el cóndilo externo, por una fuerza transmitida desde el radio, son poco frecuentes en adultos. Las fracturas por cizallamiento coronal de la superficie articular del húmero distal son poco frecuentes y representan sólo el 1% de todas las fracturas del codo y el 6% de las fracturas de húmero distal.^{27, 28}

Para clasificar las fracturas de cóndilo humeral o capitellum, se utiliza el sistema de Brian y Morrey. Las fracturas de tipo I, también llamadas fracturas de Hahn Steinthal, son fracturas completas del cóndilo humeral, pueden estar acompañadas de una pequeña extensión hacia la tróclea. Las fracturas de tipo II o de Kocher-Lorenz son osteocondrales, se acompañan de un pequeño componente de hueso subcondral. Las de tipo III o también llamadas Broberg-Morrey, son fracturas conminutas. En las de tipo IV o de McKee la fractura coronal del cóndilo incluye la mayoría de la tróclea. Actualmente se identifican algunos patrones más complejos por medio de la utilización de imágenes tridimensionales. Estas lesiones suelen producirse como resultado de un golpe directo en la cara lateral del codo o como consecuencia de una carga axial con el codo en extensión completa.^{9,28}

- Fractura ulnar de Monteggia

Las dislocaciones de la cabeza radial que se asocian a una fractura que generalmente es del tercio proximal ulnar, reciben el nombre de fracturas de Monteggia. El mecanismo indirecto es el mecanismo de lesión más frecuente, se asocia a una caída con la mano en extensión y el antebrazo en cualquier grado de rotación. Puede producirse también por el impacto directo sobre la cara posterior del antebrazo. La clasificación de Bado se basa en la dirección de la dislocación de la cabeza radial para dividir estas lesiones en cuatro tipos. Las de tipo I se presentan una fractura del tercio proximal ulnar o del tercio medio, se acompañan de una dislocación anterior de la cabeza radial y una angulación anterior de la ulna. Las fracturas de tipo II presentan una angulación posterior de la cabeza radial y pueden presentar fractura en esta. Monteggia de tipo III involucra fractura de metáfisis ulnar con dislocación lateral de la cabeza radial. La de tipo IV es una fractura en el tercio proximal o medio ulnar con una luxación anterior de la cabeza y fractura radiales.²⁹

El diagnóstico establece clínicamente por la deformación evidente, inflamación marcada y dolor del codo junto con una radiografía anteroposterior y lateral del codo y el antebrazo. Es muy importante descartar lesión nerviosa, especialmente parálisis del nervio radial o del nervio interóseo posterior. Estas fracturas deben tratarse urgentemente con reducción cerrada en urgencias e intervención quirúrgica precoz.²⁹

- Clasificación de fracturas con el sistema *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen* (AO Trauma) / *Orthopedic Trauma Association* (OTA)

La Asociación Ortopédica de Traumatología (OTA) creó un compendio sobre la clasificación de dislocaciones y fracturas en busca de establecer un sistema estandarizado global para clasificar las fracturas en cualquier hueso humano, este fue publicado por primera vez en 1996. En año 2018 se publicó la última actualización de este compendio. La nomenclatura establecida por AO Trauma/ OTA, utiliza el sistema alfanumérico para la clasificación de las fracturas.³⁰

A cada hueso se le ha asignado un número previamente y acorde a la anatomía individual de los huesos, han sido divididos en segmentos. El número asignado al húmero es el 1, al segmento proximal del húmero es el 11, a la diáfisis humeral es 12 y al segmento terminal distal es el 13. El radio es 2R y la ulna es 2U, dividido en segmento proximal, diáfisis y segmento terminal o distal, al igual que el húmero. La morfología de la fractura también forma parte de la nomenclatura, en esta se incluye el tipo, grupo, subgrupo, calificativo y modificadores universales. La morfología de la fractura se denomina de acuerdo con letras mayúsculas establecidas, estas letras se colocan después de los números.³⁰

La ubicación de la fractura se determina para encontrar el centro del impacto. La morfología de las fracturas diafisarias se divide en tres tipos. La morfología tipo A es simple, tipo B es en cuña y tipo C es multifragmentaria. La morfología de los segmentos terminales se basa en si abarcan o no la articulación, es decir si son intraarticulares o extraarticulares. La morfología tipo A es extraarticular, tipo B es parcialmente articular y tipo C es completamente articular. El segmento proximal del húmero y del fémur son excepciones en la clasificación morfológica, ya que la morfología parcial articular no existe en éstos.³⁰

Los modificadores universales son términos descriptivos de la morfología de la fractura, desplazamiento, lesión asociada o ubicación que se pueden generalizar a la mayoría de las fracturas. Proporcionan detalles que son opcionales para los usuarios. En estos se hace mención al desplazamiento, dislocación, dirección, inestabilidad, lesión cartilaginosa asociada, amputaciones asociadas, calidad ósea, fractura en espiral, entre otros.³⁰

Dentro de la dislocación existen subtipos que se identifican con el número 5 y una letra de acuerdo a la dirección de la dislocación, ya que puede ser anterior, posterior, medial, lateral, entre otros. Para las subluxaciones o inestabilidad ligamentosa el número es 6 y también se acompañan de una letra de acuerdo con la dirección. La lesión cartilaginosa se identifica con el número 8 y se acompaña de una letra que indica el grado de lesión. ³⁰

Los calificativos de las fracturas son términos descriptivos de la morfología o ubicación específicos de cada fractura. Todos los calificativos de las fracturas se representan con letras minúsculas para diferenciarlos del tipo de fractura que siempre es una letra mayúscula, estos calificativos se escriben en corchetes. Los pasos que deben seguirse para clasificar correctamente una fractura dependen de las estructuras involucradas, puesto que varía si la localización es diafisaria o de segmento terminal. ³⁰

CAPÍTULO 3. ABORDAJES QUIRÚRGICOS DEL CODO, IMPLANTES DE CABEZA RADIAL, MANEJO POSTOPERATORIO Y COMPLICACIONES.

Sumario

- **Abordajes quirúrgicos del codo**
- **Prótesis o implantes de cabeza radial**
- **Manejo postoperatorio**
- **Complicaciones**

En este capítulo se describen los abordajes quirúrgicos del codo, se presentan los tipos de prótesis o implantes de cabeza radial que existen actualmente y la evidencia que respalda su uso, se detalla el manejo post operatorio que debe ser brindado a los pacientes post colocación de implante de cabeza radial y también se indican las secuelas postoperatorias presentadas por los pacientes con dislocación compleja del codo y el seguimiento que deben tener. Todo lo anteriormente mencionado engloba el tratamiento quirúrgico de las dislocaciones complejas del codo.

3.1 Tratamiento quirúrgico de lesiones en codo

Se ha demostrado que el tratamiento quirúrgico en la primera semana de la lesión es preferible a la operación retardada o subaguda. Durante la primera semana se logra un mejor arco de flexión en el postoperatorio. Tradicionalmente, todas las estructuras lesionadas se debían reparar. Recientemente se ha demostrado que la reconstrucción del ligamento colateral medial es innecesaria en pacientes con una articulación estable después de haber reparado otras estructuras, y que las fracturas de coronoides no necesitan repararse si existe estabilidad con rango de movimiento aceptable después de la reparación de estructuras laterales. ³

Los abordajes quirúrgicos del codo se definen por la región de acceso de cada uno, pueden ser: anteriores, laterales, mediales y posteriores. La selección del abordaje quirúrgico depende de las lesiones que serán tratadas. El abordaje de Köcher se utiliza para tratar las lesiones del ligamento colateral lateral, el origen del tendón extensor común, las fracturas de la apófisis coronoides, el capitellum y también de la cabeza radial. El abordaje medial es utilizado para tratar el ligamento colateral medial, el origen de los flexores, pronadores y también las fracturas conminutas de la apófisis coronoides; es importante identificar y proteger el nervio cubital. El abordaje posterior se utiliza principalmente para acceder a las fracturas de apófisis

coronoides, rara vez es necesario, ya que la mayoría de estas fracturas afectan solo la punta de la apófisis. ^{4, 31}

Dentro de algunos abordajes quirúrgicos del codo podemos mencionar que la incisión del abordaje lateral de Köcher se realiza entre el extensor cubital del carpo y el ancóneo, este abordaje es el más utilizado. Otra opción es el abordaje de Kaplan, su incisión se realiza más anteriormente, entre el músculo extensor radial largo del carpo y el extensor común de los dedos. Si el ligamento colateral radial no se encuentra dañado por el trauma, se debe presentar especial atención para preservarlo durante la intervención quirúrgica. La pronación del antebrazo permite que el nervio interóseo se coloque a una distancia segura cuando se aproxima al cuello del radio. El abordaje posterior permite la fijación interna del olécranon, este abordaje también es útil cuando el paciente presenta fracturas proximales en ambos huesos del antebrazo. ¹³

Después del reemplazo de la cabeza radial o reducción abierta con fijación interna (ORIF), el ligamento colateral lateral debe repararse hasta el cóndilo lateral, utilizando anclajes de sutura o suturas transóseas. Si el codo es inestable después de la reparación de la coronoides, la articulación humeroulnar y el ligamento colateral lateral; el ligamento colateral medial puede ser reparado para aumentar la estabilidad. Si se utiliza un fijador externo estático, debe limitarse a menos de tres semanas, debido a la propensión de la articulación a ponerse rígida. ³

- Abordaje anterior

El abordaje anterior del codo favorece el acceso al cóndilo humeral y al tercio proximal del radio, es una mezcla del abordaje anterior del radio y del abordaje anterolateral del húmero. Dependiendo de la longitud de la incisión, permite abarcar toda la extremidad superior, desde el hombro a la muñeca. Este abordaje está indicado en osteosíntesis del cóndilo humeral y cúpula radial, exéresis de tumores de radio proximal, drenaje del codo por abscesos, lesiones de comprensión del nervio radial y del nervio interóseo posterior, roturas del bíceps distal en la tuberosidad radial y artroplastias del codo. ³¹

En la posición supina se toma como referencia, proximalmente el músculo braquiorradial y el plano interneural del músculo braquial anterior y braquiorradial, se identifica el nervio musculocutáneo y radial. En este abordaje el nervio radial representa un riesgo. Distalmente se encuentra el braquiorradial y el pronador redondo. Las ramas recurrentes de la arteria radial deben ser identificadas y ligadas para disminuir el riesgo de hemorragia durante la intervención y el riesgo de contractura isquémica por hemorragia post operatoria. El abordaje anterior puede ser aplicado proximal y distalmente. ³¹

Para realizar el abordaje quirúrgico anterior del codo, el paciente debe estar bajo anestesia con bloqueo del plexo braquial, el paciente debe estar en decúbito supino. La incisión tipo “S” comienza 2 cm proximal al pliegue de flexión del codo, la incisión debe curvarse a lo largo del pliegue del codo y se debe extender distalmente a lo largo del borde radial del antebrazo, aproximadamente 4 centímetros distal al pliegue de flexión.³²

Se deben identificar y proteger las principales venas superficiales para asegurarse de no ligarlas. El abordaje anterior se dirige desde el lado medio proximal hasta el lado lateral distal en la cara anterior del codo, para evitar el corte de la vena cefálica, vena basilica y vena cubital mediana. Se debe realizar una cuidadosa disección subcutánea roma para exponer el nervio cutáneo antebraquial medial que se encuentra protegido y retraído medialmente. La fascia profunda, el bíceps y la aponeurosis bicipital pueden ser identificados, al igual que el braquiorradial distal y el pronador redondo. Al realizar una división transversal de la aponeurosis bicipital, se obtiene una excelente exposición de la arteria y vena braquial proximal, así como del nervio mediano.³²

Los músculos braquiorradial y pronador redondo se pueden separar para la exposición distal. La arteria braquial, el tendón del bíceps y el braquiorradial se pueden retraer lateralmente, el nervio mediano y el pronador redondo pueden hacerlo medialmente, de esta forma proporcionan la mejor exposición del músculo braquial. Una división y retracción del músculo longitudinal permiten una buena visualización de la cápsula anterior, el fragmento de fractura de la coronoides cubital y la base de la apófisis coronoides.³²

- Abordaje anterior limitado

En el abordaje anterior limitado no se desinserta ningún ligamento ni grupo muscular, esta ventaja importante facilita la recuperación del paciente. Para este abordaje, el codo del paciente se debe encontrar en extensión, esto facilita la reducción de fracturas y también la implantación anteroposterior de tornillos. Este abordaje se usa en la síntesis de fracturas radiales proximales, exéresis de tumores anteriores, reinserción del tendón distal del bíceps, y el desbridamiento de partes blandas en caso de infecciones.³³

Para la técnica quirúrgica, el codo se debe posicionar en extensión a 0°, se localiza el tendón bicipital y se dibuja una línea en la piel que debe corresponder con el eje longitudinal divisorio de la fosa del codo, se debe dibujar otra línea que indique el pliegue de flexión del codo. El extremo lateral de la línea transversa debe coincidir con el diámetro del capitellum. Para disminuir el efecto de contractura en flexión de la cicatriz, se hace una pequeña incisión sinuosa y transversal con respecto al eje longitudinal del antebrazo, en el diámetro transversal. Se debe

localizar la vena cefálica o alguna de sus ramas y debe ser apartada hacia medial o lateral, con especial cuidado de no incidir la fascia superficial hasta desearlo.³³

Con la ayuda de dos separadores, uno que retraiga la masa móvil de Henry hacia lateral, que incluye el nervio y la arteria radiales recurrente, el otro separador retraerá medialmente el músculo braquial y el tendón bicipital. La cápsula articular es visible en el fondo del abordaje. Se recomienda incidir longitudinalmente la cápsula desde el húmero proximal hasta después del contorno del capitellum, se puede realizar otra incisión transversa y perpendicular, o dos incisiones simétricas para exponer el capitellum sin comprometer el pedículo perióstico proximal. Después de realizar el procedimiento indicado en cada paciente se procede a cerrar el abordaje. El codo debe permanecer inmovilizado a 90° durante una semana para la correcta evolución de las partes blandas. Después de 10 días post operatorios, se coloca una ortesis para la realización de extensión del codo a -45° la flexión y pronosupinación del codo. El paciente podrá realizar libremente extensión articular después de 20 a 30 días.³³

- Abordaje anterior a la fosa cubital

El abordaje anterior a fosa cubital es poco utilizado. Este permite acceder a estructuras neuro vasculares. Su uso está indicado en reparaciones neuro vasculares del nervio mediano, nervio radial y arteria braquial, reparación del tendón del bíceps, liberación de retracciones capsulares anteriores post traumáticas y exéresis de tumores.³¹

Es importante identificar el plano internervioso, distalmente se encuentra el braquiorradial con el nervio radial y el pronador redondo con el nervio mediano, proximalmente se encuentran los músculos braquiorradial y braquial anterior con nervio musculocutáneo. El uso de incisiones profundas no es indispensable, sólo en caso de necesitar acceso articular. El nervio antebraquial cutáneo lateral puede ser lesionado al seccionar la fascia profunda, también existe riesgo de daño de la arteria radial y del nervio interóseo posterior.³¹

- Abordaje medial

Para realizar el abordaje medial del codo se debe acceder proximalmente entre el braquial anterior y el tríceps, distalmente entre el braquial anterior y el pronador redondo. Por medio de este abordaje se obtiene una exposición amplia del aspecto medial del codo y se considera como referencia el epicóndilo medial pre o post epitroclea. Es muy importante identificar el nervio medial y liberarlo a lo largo de toda la incisión para posteriormente acceder al intervalo entre el pronador redondo y el braquial anterior. Se debe tener cuidado de no traccionar excesivamente el nervio mediano e interóseo anterior. Para exponer la superficie articular, se debe dividir parcialmente el

tendón flexor común y disecar la cápsula. Para retraer el tejido blando se puede flexionar y extender pasivamente el codo. ^{23,31}

- Abordaje posterior

En la técnica principal, inicialmente el anestesiólogo debe realizar un bloqueo interescalénico del plexo braquial que puede asociarse a anestesia general sin colocar torniquete. El paciente debe posicionarse en decúbito supino. Todos los pacientes deben recibir antibiótico profiláctico por vía intravenosa cada 8 horas durante un período de 24 horas, la primera dosis debe ser administrada 30 minutos antes del inicio de la cirugía. ^{34,35}

Se realiza un acceso amplio posterior al codo, con una longitud de 12 a 15 centímetros, se debe desviar lateralmente de la punta del olécranon. El nervio cubital debe ser identificado, liberado y protegido, posteriormente se realiza la disección lateral y medial del tríceps braquial al húmero sin desinsertar el tendón del tríceps. La masa muscular extensora del antebrazo se eleva desde la cápsula anterior, después de la liberación de su inserción humeral junto con el ligamento colateral lateral. Se libera la porción posterior del ligamento colateral medial, se debe desbridar y limpiar la fosa del olécranon y también la cápsula anterior de la porción distal del húmero. Se debe realizar una liberación completa. ³⁵

Posteriormente se deben reinsertar los ligamentos colaterales lateral y medial. La reinsertación de los ligamentos puede realizarse por medio de suturas transóseas no absorbibles o por medio de anclajes. Posteriormente se realiza el cierre, verificando el movimiento articular. Se coloca un drenaje en vacío alrededor de la articulación. Se coloca vendaje, gasa e inmovilización. ³⁴

Existen otras técnicas para realizar un abordaje posterior del codo. Una de estas es la osteotomía de olécranon que expone extensamente el codo y esto permite un acceso medial y lateral amplio y seguro. Las complicaciones que presenta son las relacionadas a la osteotomía. En este abordaje no existe plano internervioso, es importante identificar el nervio cubital. La osteotomía en V de Chevron presenta menor riesgo de no unión. Se debe tener precaución con la denervación del ancóneo ya que es un estabilizador dinámico y aumenta el aporte vascular ulnar proximal. ³¹

También existe el abordaje tipo TRAP en el que se preserva al ancóneo que se refleja con el tríceps proximalmente como si fuera una osteotomía, pero no presenta las desventajas de esta, permite una exposición considerable que puede ser ampliada. Esta técnica está indicada en artroplastías, osteosíntesis humeral distal, no uniones humerales y en fracturas conminutas en la

porción distal del húmero. En fracturas de olécranon y osteotomías recientes está contraindicado.³¹

- Abordaje lateral

El abordaje lateral del codo es un método quirúrgico estándar para obtener acceso para la liberación de la contractura y para tratar fracturas en la cara lateral del codo, como la cabeza radial y el capitellum. En el tratamiento de las fracturas de cabeza y cuello de radio, el abordaje de Köcher modificado y el abordaje de Kaplan, son los dos abordajes más comunes utilizados para el acceso lateral del codo. El abordaje de Köcher se centra en el codo posterolateral y explota el intervalo oblicuo entre el ancón y el extensor cubital del carpo.^{32,36}

- Abordaje posterolateral de Köcher

El abordaje de Köcher se centra en el codo posterolateral, este aprovecha el intervalo oblicuo entre el ancóneo y el extensor cubital del carpo. El abordaje estándar de Köcher involucra la incisión del ligamento colateral lateral para tener acceso a la cabeza radial para realizar osteosíntesis, exéresis de la cúpula radial y artroplastias de esta. En el abordaje de Köcher modificado el ligamento colateral cubital lateral se conserva por medio de la retracción anterior del extensor cubital del carpo. Después puede realizarse una capsulotomía anterior al ligamento colateral ulnar para preservar esta importante estructura. Este abordaje puede ser ampliado distalmente por medio de una incisión entre el ligamento colateral radial y el ligamento anular.

^{31,36}

Es importante ubicar al epicóndilo lateral para tenerlo como referencia, este puede ser ocultado por hematomas. Para realizar la incisión en el abordaje de Köcher modificado, se realiza encontrando la franja de grasa ubicada en el borde anterior del músculo ancóneo que es oblicuo, se incide en el intervalo entre el ancóneo y el extensor cubital del carpo desde el epicóndilo lateral hasta 4 cm distales a la articulación radiocapitellar. Para exponer la porción proximal del radio, se debe realizar una incisión a través del ligamento anular y también se debe realizar una capsulotomía anterior. Es importante proteger el nervio interóseo posterior por medio de la pronación del antebrazo.^{31,36}

La posición natural para realizar el abordaje de Köcher es con el codo en flexión a 90°, esto permite que se relajen las estructuras musculares y la cápsula articular, esto facilita su separación para acceder a la articulación. Esta posición del codo no es la mejor para la reducción del fragmento de capitellum. Para la reducción del capitellum, la postura ideal es apartando la cabeza radial para alejarla del húmero, esto se consigue con la extensión del codo a 0°. ³⁶

A través del abordaje de Köcher, la parte más lateral del capitellum es de fácil acceso, si se necesita acceder más, medialmente, se debe ampliar el abordaje inicial. Las fracturas del capitellum pueden ser tratadas con la escisión del fragmento óseo, por artroscopia o un abordaje lateral de Köcher mínimo, incluso mediante reducción abierta y fijación interna. El abordaje lateral de Köcher es ampliamente utilizado para la reducción abierta y fijación interna de las fracturas del capitellum. Este abordaje involucra la desinserción de la musculatura extensora y supinadora para incrementar la exposición del capitellum y así realizar la fijación anteroposterior. Este abordaje y su prolongación no son inofensivos ya que la desinserción de la musculatura extensora y supinadora, y el origen del ligamento colateral lateral, deben ser reinsertados con suturas transóseas o arpones, y esto aumenta la morbilidad y el tiempo de recuperación.³³

- Abordaje lateral de Kaplan

El abordaje de Kaplan inicia anterior al intervalo de Köcher, la incisión se realiza entre el extensor radial corto del carpo y el extensor común de los dedos. Este abordaje facilita realizar capsulotomías a través del ligamento anular y también permite extender el abordaje distalmente, sin comprometer más el ligamento colateral lateral, sin retracciones extensas. Este abordaje es muy próximo al nervio interóseo posterior y esto representa riesgo considerable. Es posible realizar una combinación del abordaje de Köcher y Kaplan.^{25,31}

La disección del abordaje de Kaplan se realiza encontrando el intervalo entre el extensor común de los dedos y el extensor radial corto del carpo, como ya fue mencionado. Como referencia se toma el punto medio de la cabeza radial anterior que se encuentra aproximadamente 1.5 centímetros anterior al intervalo de Köcher. Después se realiza una incisión en la cápsula anterior al ligamento colateral radial y al ligamento colateral ulnar, por medio del ligamento anular. El borde posterior proximal de la cabeza superficial del músculo supinador se eleva subperióticamente del radio y se refleja anteriormente. Por medio de la extensión de la disección profunda de Kaplan, anterior al origen del extensor radial común del carpo entre el músculo braquiorradial y el tríceps, es posible exponer la apófisis coronoides. En este plano también es posible elevar la cápsula articular anterior de la superficie anterior del húmero.³⁶

- Abordaje artroscópico

Ha sido demostrado que, por medio de la reducción y fijación de fracturas intraarticulares del codo, acompañadas por artroscopia, se obtienen buenos resultados funcionales. El abordaje artroscópico permite una óptima visualización de la superficie articular, esto ayuda a entender mejor las características de la fractura y facilita una reducción más precisa y anatómica. Además, permite que se realice una mejor evaluación de las lesiones asociadas en contraste con los

abordajes abiertos. Permite resecar cuerpos sueltos, osteofitos y desbridar lesiones del cartílago. Otros beneficios son: la rehabilitación precoz por ser menos agresiva con los tejidos, eliminación del hematoma intraarticular durante la irrigación y aspiración, disminución de las adherencias intraarticulares, y la reducción del tamaño de las cicatrices.¹¹

El abordaje artroscópico es un procedimiento que involucra una técnica altamente demandante, y requiere que el cirujano tenga suficiente experiencia previa. El número de portales descritos para acceder al codo ha ido aumentando progresivamente, el conocimiento anatómico de la articulación es fundamental. Las complicaciones neurovasculares son las más problemáticas. Diferentes portales pueden ser utilizados para abordar un mismo cuadrante.¹⁵

La dificultad para tener acceso y poder tratar una fractura de la cabeza del radio tipo Mason II por medio de artroscopia, cambia de acuerdo con su localización, la cavidad sigmoidea menor y las estructuras neurovasculares complican el acceso a la articulación. El movimiento de pronosupinación del antebrazo permite que la cabeza del radio se desplace con respecto a la cavidad sigmoidea menor.¹⁵

Para abordar las fracturas del cuadrante anteromedial es necesario que el antebrazo se encuentre en supinación. El cuadrante posteromedial es de difícil acceso debido a la cavidad sigmoidea menor que lo oculta. Para abordar esta área es necesario que el antebrazo se coloque en pronación máxima, además de la proximidad con el nervio ulnar. En posición neutra y en supinación, éste cuadrante es inaccesible. Para abordar las fracturas del cuadrante posterolateral, pueden utilizarse portales laterales, con el antebrazo en pronación y en posición neutra. Se puede acceder a fracturas del cuadrante anterolateral cuando el antebrazo se encuentra en supinación y en posición neutra. El nervio radial y el nervio interóseo posterior se encuentran expuestos durante los abordajes con portales anterolaterales.¹⁵

Las alternativas de tratamiento de las fracturas de la cabeza radial son generalmente conservadoras, reducción, exéresis de cabeza radial, reducción y fijación de la fractura por medio de reducción abierta o guiada por artroscopia y también la sustitución protésica. Se han obtenido buenos y excelentes resultados por medio de la fijación interna asistida por artroscopia en la fractura Masón II. Las complicaciones registradas representan únicamente del 2%.¹⁵

El nervio radial se desplaza contiguo a la cápsula articular, anterior a la articulación humerorradial, y cambia de posición conforme la articulación se moviliza, desde la pronación máxima a la supinación máxima. Esta zona se encuentra muy expuesta durante los procedimientos artroscópicos que tratan las lesiones de la cabeza radial. En las lesiones que se abordan a través de portales anteromediales, el nervio mediano y el paquete vascular humeral

pueden ser lesionadas si no se tiene el cuidado y técnica adecuados. El nervio cubital se encuentra en peligro de ser lesionado cuando se utiliza un portal medial proximal, y también en los pacientes con cirugía por traumas previos del codo, en especial si el nervio ha sido expuesto.¹⁵

3.2 Prótesis / implantes de cabeza radial

La inestabilidad de algunas fracturas, la imposibilidad de restaurar la anatomía o las secuelas de estas, ameritan el reemplazo de la cabeza radial. De esta necesidad surgió el uso de prótesis de cabeza radial para casos específicos. El uso de estas prótesis o implantes fue ampliamente debatido en el pasado, debido a la alta incidencia de complicaciones que presentaban los pacientes que recibían este tratamiento.³⁷

Las prótesis fueron mejorando conforme se demostraban las fallas que presentaban. Recientemente se han comprendido por medio de estudios anatómicos y biomecánicos, los motivos de los fallos previos y se han identificado puntos críticos de la técnica quirúrgica y referencias anatómicas para la colocación adecuada de los implantes, y de esta forma reducir al mínimo las complicaciones. La creación de materiales osteointegrativos, biocompatibles y perfiles protésicos anatómicos, ha permitido mejorar la tolerancia y adaptabilidad de los implantes.³⁷

Las indicaciones estandarizadas actuales para la artroplastia de cabeza radial son: fracturas de cabeza radial tipo III y IV según la escala Mason, inestabilidad articular del codo por lesiones concomitantes, fracturas de cabeza radial tipo III y IV según la escala Mason asociadas a la dislocación de Monteggia y la lesión en la membrana interósea que condiciona a una lesión de Essex Lopresti.¹⁰

Para realizar una reconstrucción adecuada por medio del reemplazo de cabeza radial, se recomienda que se arme la cabeza radial nativa como si fuera un rompecabezas, esto permite tener una guía anatómica del diámetro del implante que mejor replique del de la cabeza radial nativa, además de esta forma se eliminan todos los fragmentos intraarticulares residuales. En el procedimiento para reemplazar la cabeza radial, se aborda la cabeza radial por medio de una artrotomía.¹³

El cartílago capitellar debe ser evaluado durante la artrotomía, ya que la condición de este, es uno de los factores que rige el pronóstico a largo plazo. Puede parecer sencilla la técnica de implantación de una prótesis de cabeza radial, con o sin instrumentos auxiliares. Para realizar un reemplazo de cabeza radial, hay cinco aspectos técnicos que deben ser tomados en cuenta para seleccionar adecuadamente la prótesis que será colocada, estos son: diámetro, longitud, alineación y seguimiento, y fijación.^{8,13}

Si el diámetro de la prótesis no es el adecuado, el paciente tendrá problemas de seguimiento y estabilidad. Una cabeza radial estrecha da lugar a que existan presiones puntuales sobre el cartílago capitellar, el ligamento colateral lateral realizará una tensión incompleta y la cabeza radial presentará una mala trayectoria. En cambio, cuando la prótesis es grande, se apoya en la escotadura sigmoidea menor y en el reborde troclear lateral, esto puede conducir a movimiento restringido. Las prótesis grandes también involucran degeneración articular acelerada e incluso dislocación protésica.^{7,8}

La forma de la cabeza radial anatómica es ovalada, por lo tanto, la selección de las prótesis redondas puede ser complicado. Para seleccionar el diámetro de prótesis, se recomienda usar el diámetro más pequeño de la cabeza radial nativa para seleccionar el implante circular. Si el implante que será usado es anatómico, se deben considerar las dos dimensiones de la cabeza radial y si se tiene duda se selecciona el tamaño más pequeño.⁸

Varios implantes permiten realizar ajustes a su longitud independientemente de su diámetro. Existen recomendaciones para obtener la longitud radial adecuada, las más importantes son: el plato de la prótesis debe quedar al nivel de la coronoides lateral, la altura de la prótesis debe ser colineal con la escotadura sigmoidea menor (para evaluar esto se puede usar un espejo dental en ángulo), este método fue propuesto por Doornberg y recibe este nombre; la prótesis de prueba debe tener contacto con el capitellum pero sin distraer la línea de la articulación humeroulnar lateral, por medio de fluoroscopia intraoperatoria se debe confirmar las líneas subcondrales paralelas mediales y laterales de la articulación humeroulnar comparadas con el lado opuesto.^{8,12}

Si el implante se coloca en una posición baja, el codo puede presentar inestabilidad residual, por otro lado, un implante colocado en una posición muy alta ejerce tensión excesiva sobre el cóndilo y esto causa daño articular acompañado de dolor y limitación del rango articular del codo; ocurre principalmente en pacientes con lesiones osteocondrales del capitellum por trauma.¹³

El corte del cuello radial y la prótesis deben estar alineados perpendicularmente, una vez se considera que la prótesis tiene el tamaño y la alineación adecuados, el seguimiento debe confirmarse intraoperatoriamente por medio de una inspección visual durante todos los movimientos activos de la articulación del codo. Si se evidencia que el seguimiento es deficiente, debe reevaluarse y corregirse el tamaño, longitud y alineación.¹⁰

En otros huesos diafisarios, como el húmero y el fémur, se logra con éxito la fijación sin cemento. Para que el crecimiento óseo sea exitoso, es necesario contacto íntimo, movimiento

limitado y una superficie respetuosa con los huesos. Lamentablemente, lograr un ajuste adecuado a presión en el radio, la preparación ósea puede crear grietas y esto conduce a una inestabilidad temprana del implante. Esta es la razón por la que algunos favorecen la fijación cementada.⁸

El radio debe prepararse con mucho cuidado para evitar crear microfracturas ya que es un hueso muy delgado. Cuando se utilizan vástagos cementados, se prefiere el cemento de baja viscosidad. La diáfisis se puede ocluir por un fragmento o tapón artificial para permitir que el cemento fije bajo presión y así se evitan fugas de cemento distal. El reemplazo de cabeza radial no evita la inestabilidad del codo y del antebrazo si las lesiones concomitantes no son tratadas adecuadamente, con reducción, anclajes óseos o fijaciones con suturas transóseas. Si a pesar de tratar adecuadamente las lesiones, el codo presenta inestabilidad, se requiere fijación externa.

13

Una alternativa es el uso de una prótesis bipolar. Los implantes bipolares son más propensos a subluxación del codo y riesgo de desgaste de polietileno, por eso se prefiere el uso de implantes monopolares. Las prótesis modulares permiten que el ajuste sea más preciso con respecto a la altura, la prótesis debe estar aproximadamente 2 milímetros distales al nivel de la apófisis coronoides en las radiografías anteroposteriores. Esta posición replica la articulación radioulnar proximal nativa y crea un espacio articular humeroulnar medial paralelo, el cual es comparable a un codo ileso. Cuando el antebrazo es inestable, se debe realizar la reducción y fijación adecuada antes de determinar el tamaño y la altura del implante, de esta forma se evitan errores debidos a la ascensión del radio respecto al cúbito. En las imágenes de fluoroscopia se deben tomar en cuenta dos puntos importantes: la alineación del implante en la escotadura ulnar, en la vista lateral, la simetría medial y lateral del espacio articular humeroulnar.^{2,8,13}

- Tipos de prótesis / implantes radiales

Las prótesis de cabeza radial han sido ampliamente utilizadas desde hace aproximadamente 20 años en México. Actualmente se utilizan diferentes tipos de prótesis, principalmente bipolares, monopolares modulares o monobloque, también implantes de vástago fijo o móvil, estos últimos se utilizan como espaciadores metálicos.⁷

Los implantes Silastic de tipo Swanson se popularizaron en la década de 1970. Estos son implantes semirrígidos no cementados, en algunas ocasiones fueron utilizados como espaciadores temporales para evitar la ascensión radial en paciente con inestabilidad del andamio del antebrazo. Dentro de ventajas del uso de un material flexible como el elastómero de silicona se encuentra la tolerancia clínica a pesar de la posición imperfecta del implante y mayor

facilidad de extracción en contraste con los implantes rígidos. En los pacientes que presentan lesiones del ligamento colateral cubital, no deben utilizarse estos implantes ya que no pueden actuar como estabilizadores secundarios en valgo. Han sido reportadas altas tasas de osteólisis desencadenada por partículas de silicona y también se han reportado fracturas de los implantes. Las complicaciones requieren extracción temprana del implante, por esta razón no se recomienda su uso.¹³

Por otro lado, en relación con los implantes metálicos podemos mencionar que existe información amplia acerca de los resultados a largo plazo de varios modelos rígidos de cabeza radial. Estos se clasifican de acuerdo con tres criterios principales: movilidad intraprotésica, modularidad y fijación del vástago ya sea cementado, no cementado o flotante en el canal intramedular. Los implantes bipolares fueron desarrollados para mejorar la congruencia radioulnar proximal por medio de la autoalineación de la copa con disminución de las tensiones locales. En las pruebas in vitro, los implantes bipolares brindan menos estabilidad que los implantes de monobloque, pero clínicamente no se ha demostrado esta diferencia. Se ha reportado desmontaje de cotilo relacionado con retención insuficiente dentro del implante en pacientes con inestabilidad residual.¹³

Los implantes modulares ofrecen la ventaja de poder elegir el tamaño de cabeza óptimo y la altura de cabeza y cuello ajustable con la altura de resección. Existen algunos implantes que permiten ajustar el ángulo de la cabeza y el cuello para replicar la anatomía nativa con mayor precisión. La posibilidad de ajustar el ángulo es especialmente importante cuando se ancla un vástago largo y recto, ya que el eje de los vástagos difiere del de cuello radial más corto.¹³

Generalmente se logra la fijación dentro del canal intramedular por medio de un vástago cementado, que es frecuentemente liso o con un vástago que se ajusta a presión sin necesidad de cementarlo. La estabilidad primaria en los vástagos de ajuste a presión es difícil debido a que comúnmente existen microfracturas, particularmente cuando el diámetro del vástago se sobredimensiona en 1 milímetro o más. El blindaje contra el estrés causa osteólisis periprotésica. El implante puede dejarse suelto en la diáfisis radial proximal, sin lograr estabilidad primaria mediante implantación a presión. Lo que se busca es permitir la autoalineación protésica en el capitellum.¹³

Se han obtenido resultados tempranos prometedores con el uso de implantes hechos de carbón pirolítico, ya que es un material bien tolerado cuando se coloca en contacto con el cartílago capitellar, pero no se cuenta con datos a largo plazo para validar estos implantes. Con relación a los implantes metálicos, no ha sido establecido que alguno sea superior a los demás.¹³

3.3 Manejo post operatorio

El manejo post operatorio es de suma importancia para la adaptabilidad articular a la prótesis de cabeza radial que ha sido implantada. Se recomienda inmovilización temprana en un rango seguro durante las primeras cuatro semanas, es importante que el codo no esté completamente extendido. Si al paciente se le realizó reparación del ligamento colateral medial, el antebrazo debe mantenerse pronado. En pacientes que presentan inestabilidad del codo, se debe tener especial cuidado de permanecer en el rango de movimiento seguro, este debe determinarse intraoperatoriamente.¹³

Los pacientes deben permanecer hospitalizados por lo menos durante tres días post operatorios, se debe tener un adecuado manejo del dolor, control del edema y movilización temprana. Es vital someterlos a un protocolo de rehabilitación estandarizado. En el primer día postoperatorio se debe colocar una ortesis de polietileno completa, esta debe ser retirada únicamente para limpiar la herida operatoria y para realizar ejercicios asistidos. Durante la hospitalización, los pacientes deben someter la articulación a movimiento pasivo continuo durante una hora y dos veces por semana después del alta hospitalaria. Para iniciar los ejercicios activos, debe ser evaluada la evolución clínica y estabilidad articular de cada paciente. Los ejercicios activos libres deben involucrar extensión, flexión, pronación y supinación, deben realizarse de forma lenta y suave, sin forzar la articulación.^{4,35}

Por medio de sesiones de terapia ocupacional, se debe enseñar a los pacientes a realizar ejercicios en casa. Después del alta hospitalaria se debe valorar si pueden realizar ejercicios domésticos. Si fue colocado drenaje, debe ser retirado a las 48 horas. En las primeras semanas se debe utilizar una ortesis estática, después se utiliza únicamente para dormir. Un mes después de la intervención, se debe iniciar con el uso de ortesis dinámica, esto permite ganar flexión. Debe realizar ejercicios de flexión tres veces al día durante 30 minutos. Las ortesis se deben ajustar de acuerdo con la evolución del paciente.³⁵

3.4 Complicaciones

Se ha registrado la frecuencia de complicaciones en las intervenciones realizadas y se presentan en un 15 a 46%. En su mayoría, las complicaciones están relacionadas con el aflojamiento y la sobredimensión de los componentes protésicos utilizados. Cada tipo de prótesis presenta complicaciones inherentes a su diseño, ya que las prótesis de cabeza radial no tienen una conformación anatómica perfecta en todos los rangos de movimiento articular.⁷

Las lesiones nerviosas no son infrecuentes, en su mayoría se trata de neuropraxias con resolución espontánea completa. La lesión del nervio mediano se asocia a la lesión de la arteria

braquial. Las lesiones vasculares son infrecuentes y se asocian a dislocaciones abiertas. Los pacientes que no realizan movilización activa y temprana presentan rigidez temprana y pérdida de la extensión terminal con mayor frecuencia.^{4,7}

Dentro de las complicaciones documentadas en los pacientes a quienes se les colocó una prótesis de cabeza radial, también se encuentra el aflojamiento aséptico. El aflojamiento no se correlaciona con síntomas clínicos. Las características clínicas de este aflojamiento incluyen dolor en el antebrazo con irradiación a la muñeca. Por medio de una radiografía simple se evidencia una línea radiolúcida alrededor del vástago, incluso en pacientes asintomáticos, esta línea es un hallazgo constante cuando el vástago se deja suelto en la diáfisis intencionalmente. Los signos radiológicos de aflojamiento suelen desarrollarse dentro de los primeros 12 meses en los vástagos con ajuste a presión sin cementar, pueden demorar más en aparecer en los implantes cementados, especialmente en los de diseño bipolar.¹³

Los pacientes también pueden presentar inestabilidad del codo después de la artroplastia de cabeza radial, esto se puede deber a un tratamiento incompleto de las lesiones concomitantes. El tipo de implante puede influir en la estabilidad articular. El ligamento colateral lateral debe ejercer su función ya que una prótesis radial no sustituye el funcionamiento de este. Teóricamente los implantes de copa fija brindan un mayor grado de estabilidad que los implantes bipolares de copa móvil. Puede ocurrir subluxación posterolateral de una copa móvil, si el complejo del ligamento radial es deficiente. En la inestabilidad residual después del reemplazo de cabeza radial, se debe reparar el ligamento concomitante de las lesiones óseas. Si el implante está colocado correctamente, debe dejarse en su lugar. La fijación externa neutraliza las fuerzas de dislocación y puede ser útil en el proceso de curación.^{13,14}

Los pacientes a quienes se les realizó un relleno excesivo presentan elevación de la presión radiocapitellar. Cuando al cóndilo humeral se le aplica una presión excesiva, se presenta mucho dolor y rigidez del codo. Si el implante está posicionado de manera óptima, la inestabilidad persistente puede ser causada por mala cicatrización de la membrana interósea. Al momento del traumatismo que lesiona la cabeza radial, puede ocurrir daño osteocondral en el capitellum y esto empeora en los casos de relleno excesivo. En los pacientes que presentan erosión del capitellum, la extracción del implante alivia el dolor.^{8,10}

La degeneración capitellar se presenta tras la implantación de prótesis monopolares en ausencia de sobredimensionamiento. La osteoartritis capitellar se puede atribuir a las lesiones cartilaginosas provocadas por el traumatismo inicial, también al aumento de tensión en el compartimento radiocapitellar y a la inestabilidad posterolateral persistente. La osteoartritis puede ser progresiva y se puede extender al compartimento humeroulnar.¹³

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS GENERAL DE LAS DISLOCACIONES COMPLEJAS DEL CODO Y EL USO DE IMPLANTES DE CABEZA RADIAL

Sumario

- **Dislocaciones complejas del codo**
- **Diagnóstico**
- **Clasificación de fracturas**
- **Tratamiento quirúrgico**

Para el desarrollo de este capítulo, fueron seleccionados los aspectos más importantes de los tres capítulos anteriores para presentar un análisis general de las dislocaciones complejas del codo. Los aspectos seleccionados abarcan: la definición y diagnóstico de la lesión, clasificación de las fracturas, tratamiento quirúrgico, prótesis o implantes de cabeza radial y el manejo postoperatorio de estos pacientes. El orden de los subtemas fue respetado de acuerdo con la estructura monográfica ya que ésta permite una comprensión ordenada del tema central.

4.1 Dislocaciones complejas del codo

El conocimiento de las estructuras que forman parte de la articulación del codo permite comprender de forma más precisa el funcionamiento articular, la interacción de las estructuras anatómicas y la congruencia e interdependencia que presentan. Algunas articulaciones son más dinámicas que otras, algunas más importantes para el desarrollo de actividades cotidianas y especializadas. El codo es una de las articulaciones más importantes del cuerpo humano, su importancia radica en que los codos son el puente que posiciona las manos en el lugar deseado, y esto permite la realización de cualquier tipo de actividades motoras que involucren al miembro superior. Cada vez que se hace uso de la extremidad superior, el codo está involucrado en mayor o menor grado de acuerdo al tipo de actividad desarrollada.³⁷

La biomecánica articular del codo permite comprender las estructuras involucradas en los diferentes mecanismos de lesión, las variaciones de esta lesión pueden ser muy amplias. Las dislocaciones simples del codo no representan riesgo elevado para los pacientes, sin embargo, las dislocaciones complejas del codo representan un riesgo significativo de discapacidad a largo plazo, aún sin presentar complicaciones; si la lesión no es tratada de forma adecuada debido a un mal diagnóstico, mal tratamiento o seguimiento deficiente, las complicaciones son mayores.⁶

- Diagnóstico

La exploración física minuciosa del paciente es de vital importancia, desde la observación hasta la realización de maniobras de estabilidad articular en los pacientes que las ameriten. Ya que las dislocaciones complejas del codo suelen ser lesiones de alta energía, es importante evaluar al paciente por completo, no solo el codo; ya que se pueden presentar lesiones asociadas fuera de la articulación del codo. El diagnóstico de dislocación compleja del codo se realiza inicialmente por medio de observación de la extremidad superior, los detalles de la lesión se establecen posteriormente mediante estudios de imagen. Las radiografías simples deben ser solicitadas a todos los pacientes que presentan dislocación articular.⁶

La tomografía computarizada es un complemento ideal para el diagnóstico en casos específicos, ya que la tomografía guía el tratamiento con mayor precisión. La naturaleza verdadera de las fracturas de cabeza radial y de apófisis coronoides no es evidente en radiografías simples, en estos casos es necesaria la evaluación de la lesión por medio de tomografía computarizada. El patrón de la lesión puede ser estudiado por medio de tomografía computarizada. Para el estudio de los tejidos blandos, la resonancia magnética es indispensable y la ultrasonografía puede ser de utilidad como complemento.³⁷

- Clasificación de fracturas del codo

El manejo adecuado se basa en identificar el patrón de fractura y las lesiones concomitantes en el tejido blando, esto guía el tratamiento con mayor precisión. No existe un sistema establecido para clasificar las lesiones complejas del codo o la tríada terrible, es por esto que se hace uso de diferentes clasificaciones específicas para cada hueso o lesión, estas clasificaciones han sido establecidas desde hace muchos años. Debido a que las escalas no fueron creadas para valorar estas lesiones en específico, presentan deficiencias significativas.⁶

Dentro de las deficiencias o limitaciones presentadas por las múltiples escalas utilizadas, podemos mencionar que poseen escasa reproducibilidad intraobservador e interobservador. Otra debilidad importante de las escalas de clasificación convencionales es que no consideran las lesiones concomitantes dentro de su clasificación y estas acompañan a las fracturas de múltiples fragmentos en aproximadamente el 80% de los casos. Estos aspectos nos indican la poca fiabilidad que tiene el uso de estas escalas en la clasificación de lesiones complejas.³⁴

De todas las escalas, únicamente la clasificación creada por AO/OTA tiene una aplicabilidad y reproducibilidad mayor al resto. Las ventajas importantes que presenta la clasificación AO/OTA son de vital importancia, esta escala es un sistema ordenado y estandarizado por lo que cualquier persona con conocimientos de anatomía puede usarla. Cada

hueso tiene un número asignado previamente, por lo que, sin importar el observador, esto no cambia. La localización de la fractura tiene una nomenclatura preestablecida, dictada por el patrón de fractura, la localización y la región que abarca. Esta escala toma en cuenta las lesiones concomitantes de los tejidos blandos, considera desde una subluxación hasta una amputación que acompañe a la lesión en estudio. Ninguna otra clasificación brinda este nivel de precisión.³⁰

La clasificación AO/OTA es relativamente nueva, por esta razón no ha sido ampliamente popularizada y utilizada como en el caso de otras escalas que tienen muchos años de existir e incluso a lo largo de los años han sido adaptadas y actualizadas. La practicidad memorística que ofrecen otras escalas las hace fáciles de ser utilizadas. En contraste, la escala de AO/OTA no puede ser memorizada en su totalidad, pero las lesiones más comunes si pueden ser recordadas para realizar una clasificación rápida conforme su uso sea más frecuente. Además, las indicaciones quirúrgicas actuales de muchas lesiones se basan en las escalas clásicas de clasificación.³⁰

4.2 Tratamiento quirúrgico

Los protocolos sistemáticos para abordar las dislocaciones complejas del codo, permiten tener mejores resultados funcionales a través de la optimización de la estabilidad y de la congruencia articulares. Está establecido por medio de opinión consensuada de expertos, que las dislocaciones complejas del codo que se acompañan de fracturas de cabeza radial catalogadas como tipo III o tipo IV de Mason, se deben tratar con reemplazo de cabeza radial, ya que estas fracturas son las que no se pueden reconstruir, y el riesgo de no unión en las fracturas multifragmentarias es muy elevado.⁶

Cuando se ha establecido la necesidad de realizar un reemplazo de cabeza radial, se debe tomar en cuenta el patrón de lesión basado en la historia de traumatismo del paciente y las imágenes obtenidas por medio de radiografías y estudios complementarios. Estos dos aspectos permiten considerar las estructuras del tejido blando que se encuentran lesionadas y el centro de fractura, basado en estos aspectos se decide el abordaje quirúrgico apropiado para la lesión que ha sido debidamente diagnosticada.⁷

Existen diferentes abordajes quirúrgicos del codo, cada uno con sus riesgos y ventajas. Se han realizado estudios comparativos de los abordajes laterales del codo y por medio de estos ha sido posible identificar que el abordaje de Kaplan es valioso para aumentar la visualización del radio proximal y la apófisis coronoides, mientras se preserva el ligamento colateral lateral y la inserción de los músculos extensores. El abordaje de Kaplan es más extensible y ofrece mayor visibilidad comparado con el abordaje posterolateral de Köcher. El abordaje de Köcher está

limitado por el ángulo oblicuo del ancóneo en relación con el radio y el antebrazo. La extensión proximal del abordaje de Kaplan por medio de capsulotomía brinda buena visualización de la apófisis coronoides desde el codo lateral.³⁶

Los abordajes anteriores del codo no son utilizados con mucha frecuencia debido a las características anatómicas de la zona, ya que las estructuras óseas son posteriores y laterales. El codo se puede ser abordado desde direcciones menos complicadas y riesgosas con respecto a estructuras vasculares y nerviosas. El riesgo elevado de lesión neurovascular es una limitante importante en estos abordajes, ya que a largo plazo el funcionamiento de la articulación y de la extremidad puede encontrarse gravemente comprometido. Un aspecto favorecedor del abordaje anterior es que permite acceder al capitellum anteriormente, se deja al nervio radial incluido en la aponeurosis del músculo braquiorradial y por esta razón es innecesaria la disección nerviosa.³⁸

Las estructuras no óseas que brindan estabilidad al codo, especialmente los ligamentos colaterales y el ligamento colateral lateral, deben ser cuidadosamente reparadas, esto garantiza que la colocación de la prótesis radial sea totalmente funcional. El ligamento colateral medial se afecta con menos frecuencia. La reparación del ligamento colateral medial debe realizarse cuando persista la inestabilidad articular después de haber reparado el ligamento colateral lateral, la cabeza radial y la apófisis coronoides. De ser necesario, se puede reinsertar el ligamento colateral medial en el epicóndilo medial. No es necesario reparar todas las estructuras afectadas, ya que la sobre reparación aumenta el tiempo de recuperación del paciente, deben repararse las estructuras que son fundamentales para la biomecánica articular.³⁹

El abordaje posterior del codo permite amplio acceso articular medial y lateral, pero para poder acceder a la articulación se deben desinsertar tendones y ligamentos, incluso puede realizarse una osteotomía al olécranon y posteriormente reinsertar y fijar las estructuras. A mayor manipulación de los tejidos blandos y óseos estabilizadores, la recuperación del paciente es más complicada y tardada.^{34,35}

Una técnica quirúrgica adecuada es esencial para evitar lesiones del nervio radial o del nervio interóseo posterior. De ser posible, durante la intervención el antebrazo debe mantenerse pronado y se deben evitar lesiones alrededor del cuello radial. Las lesiones postoperatorias del nervio cubital son improbables, ya que en la mayoría de los casos no se aborda el ligamento colateral medial.⁷

Otra alternativa es el diagnóstico y tratamiento intraarticular por medio de artroscopia, el cual ofrece ventajas importantes respecto a los procedimientos abiertos. Observar de cerca la superficie articular permite comprender mejor el trazo de fractura, también permite evaluar las

lesiones asociadas, incluyendo delaminaciones de la superficie articular y permite minimizar las lesiones producidas durante la intervención, dichas lesiones no pueden ser evitadas en los abordajes abiertos (desinserción de ligamentos laterales, músculos extensores y supinadores), esto mejora la evolución post operatoria. ²³

La fijación artroscópica como tratamiento de fracturas, tiene otros efectos positivos: disminuye la estancia intrahospitalaria, disminuye el uso de analgesia, disminuye la exposición radiológica del paciente, disminuye la necesidad de reintervenciones en comparación con las fijaciones por medio de reducción abierta. Una complicación importante del uso de la técnica artroscópica para reducción y fijación de fracturas es que el cirujano que la realice debe estar bien entrenado para poder realizar de forma correcta la intervención. El costo del equipo artroscópico es elevado al igual que su mantenimiento, lo cual es una desventaja frente a los procedimientos abiertos. Los puertos artroscópicos limitan el tamaño de las piezas que serán introducidas o retiradas durante la intervención. ²³

- Uso de implantes / prótesis de cabeza radial

El tratamiento de las fracturas de cúpula radial está clarificado de acuerdo con el tipo de lesión, esto basado en la clasificación de Mason, estas lesiones severas caracterizadas por conminución o por ser acompañadas de dislocación son las que deben ser tratadas con implantes de cabeza radial. Las lesiones asociadas tienen que ser evaluadas en cada caso particular, deben ser tratadas y adicionalmente se debe realizar el reemplazo protésico de la cabeza radial. ¹⁰

Por medio de una revisión sistemática y un metaanálisis se ha comparado la reducción abierta con fijación interna y las prótesis de cabeza radial para el reemplazo de cabeza radial en fracturas de Mason tipo III, la reducción abierta con fijación interna presenta mayor tasa de complicaciones y menor satisfacción en la población estudiada. En general se obtienen mejores resultados por medio del reemplazo de cabeza radial. Los pacientes con lesiones muy inestables que presentan daños en diversas estructuras son los que con mayor frecuencia refieren recurrencia de inestabilidad posterior a la colocación de la prótesis. ^{39,40}

El tratamiento con hemiartroplastía de cúpula radial es una elección quirúrgica adecuada ya que es un procedimiento fácilmente reproducible que ofrece una funcionalidad buena a excelente en corto plazo y evita la inestabilidad secundaria del compartimiento medial del codo, el paciente generalmente presenta sintomatología mínima. Las prótesis radiales han tenido una larga evolución en cuanto a los materiales y diseño de su composición. ¹⁰

El uso de implantes de silicona ya no se recomienda porque presentaban efectos adversos con mucha frecuencia, principalmente sinovitis por desgaste y fragmentación. Los implantes

modulares son preferibles, ya que permiten dimensionar la altura del cuello, el tamaño y altura de la cabeza radial y esto permite facilitar su inserción cuando el ligamento colateral lateral se encuentra íntegro. Hoy por hoy las prótesis monopolares y bipolares son preferidas. Los estudios biomecánicos realizados en cadáveres no han encontrado diferencias en la estabilidad en valgo o rotacional con el uso de los implantes monopolares y bipolares, lo que se resalta es la importancia de reconstruir los ligamentos colaterales.³⁸

Los tipos de prótesis que existen actualmente incluyen los implantes unipolares o bipolares, vástagos cementados y cabezas esféricas (no anatómicas) o anatómicas. Las cabezas anatómicas han demostrado tener áreas de contacto y presiones medias similares a las de las cabezas radiales nativas. Se considera que los implantes bipolares son menos estables que los unipolares, debido a su estructura, esto no ha sido demostrado clínicamente. La fijación de los implantes se realiza por medio de ajuste a presión, cementación o pueden dejarse sueltos en prótesis tipo espaciador. El uso de prótesis cementadas de vástago largo mejora la fijación esquelética.³⁸

El diseño del implante anatómico de cabeza radial cuenta con un plato de 2.3 mm y variable radio de curvatura, que crea una superficie articular más acorde y una mejor área de contacto con el capitellum. Las prótesis anatómicas mejoran la estabilidad radiocapitellar por su plato más profundo. El uso de implantes anatómicos de cabeza radial permite una recuperación funcional aceptable, incluso en pacientes con inestabilidad articular severa, son eficaces para conservar los rangos de movimiento articular y para mantener la longitud relativa del radio. A largo plazo las presiones máximas de los implantes radiales no anatómicos pueden provocar lesiones cartilaginosas, es otra razón por la que se prefieren los implantes anatómicos.⁴⁰

La preferencia actual es desempeñar un manejo cuidadoso del radio al realizar la resección de la cabeza y cuello radiales para evitar la creación de microfracturas y posteriormente apuntar a una fijación no cementada de prótesis de cabeza radial y ser críticos para realizar la cementación si fuera necesaria. En algunos casos se prefiere la fijación no cementada para dar lugar a la alineación protésica por medio de adaptación articular, esto se debe fundamentar en una evaluación detallada del estado del radio para minimizar los riesgos de inestabilidad posterior; si no se cuenta con un radio en excelente estado, se recomienda cementar la prótesis.^{8,10}

- Post operatorio inmediato, mediato, tardío

Uno de los aspectos más importantes a parte del cuidado de la herida y de los inmovilizadores externos (si estuvieran presentes), es la movilización articular precoz. Incluso en el postoperatorio inmediato debe impulsarse las movilizaciones controladas de la articulación. Se

debe evaluar la estabilidad y la congruencia articular por medio de radiografías y maniobras clínicas, previo a iniciar con las movilizaciones.³⁵

La evaluación postoperatoria debe incluir un protocolo estandarizado, que involucre evaluaciones clínicas y radiológicas en los meses 1, 3 y 12 del seguimiento del paciente. Se debe brindar un plan de ejercicios que se adapten a la capacidad articular que posee el paciente y los objetivos de rehabilitación que se deseen alcanzar en corto, mediano y largo plazo.⁴⁰

Dentro de las principales complicaciones presentadas por los pacientes a quienes se les reemplaza la cabeza radial, se encuentra: rigidez, dolor residual e inestabilidad. Los pacientes con un alargamiento o relleno excesivo de la articulación pueden presentar rigidez. La selección adecuada del tamaño y diseño de la prótesis radial minimiza drásticamente las complicaciones presentadas por los pacientes. El dolor está relacionado con procesos infecciosos o aflojamiento protésico. El tratamiento incompleto de las lesiones asociadas puede causar inestabilidad articular. Las artroplastias de revisión están indicadas en pacientes que presentan persistentemente alguna de estas complicaciones. En los pacientes que presentan infección, la artroplastia en dos tiempos está indicada.³⁸

Otras complicaciones comúnmente descritas en los estudios de seguimiento de reemplazo de cabeza radial son: movilización aséptica del vástago, sobrecarga, erosión del capitellum, osificación heterotópica y osteoartritis que se presentan clínicamente como dolor lateral del codo o pérdida de movimiento; si el tamaño de la prótesis es pequeño, pueden presentarse subluxación. Con poca frecuencia se presentan neuropatías sensoriales cubitales y radiales.^{41,42}

Se utilizan diferentes clasificaciones de funcionalidad para determinar los resultados postoperatorios de los pacientes con prótesis de cabeza radial, el 85% de los pacientes obtuvo resultados excelentes según el estudio de desempeño del codo de Mayo. Por medio de la escala Quick DASH de funcionalidad y sintomatología se determinó que el 80% de los pacientes intervenidos alcanzaron rangos de movimiento en parámetros normales con mínimo dolor.¹⁰

Se han creado asociaciones y redes de traumatólogos que concentran sus conocimientos e investigaciones en la mejora de las prótesis y procedimientos utilizados en las dislocaciones complejas del codo, en el Reino Unido existe una red de trauma enfocada en estas lesiones, también existe investigación continua e innovación protésica relacionada con las prótesis de cabeza radial por AO Trauma.⁶

CONCLUSIONES

Los aspectos fundamentales de la anatomía y biomecánica articular del codo permiten decidir qué estructuras deben ser reparadas, el ligamento colateral lateral garantiza la estabilidad articular junto con las estructuras óseas.

Las características epidemiológicas de los pacientes adultos que presentan dislocación compleja del codo destacan que el codo es la segunda articulación que se disloca con mayor frecuencia, el 26% de estas lesiones corresponden a dislocaciones complejas, los hombres presentan lesiones más graves, y el 85% de las fracturas de cabeza radial ocurre en adultos con rango de edad entre 20 y 60 años.

Las escalas de clasificación de fracturas para los huesos que forman la articulación del codo son diversas y presentan limitaciones importantes, el compendio de clasificación de fracturas y dislocaciones creado por AO/OTA es el sistema de clasificación más completo que existe actualmente para las dislocaciones complejas del codo, ya que incluye las lesiones de tejidos blandos y patrones de lesión específicos en su nomenclatura; la limitación principal de su uso radica en la dificultad de ser memorizada.

Los abordajes quirúrgicos indicados para el tratamiento con sustitución de cabeza radial en la dislocación compleja del codo presentan ventajas y desventajas individuales, su selección debe ser guiada de acuerdo con las estructuras lesionadas que serán abordadas en cada paciente. Los tipos de prótesis o implantes de cabeza radial que existen actualmente son principalmente metálicos, de estos, los implantes anatómicos de cabeza radial presentan mejor acoplamiento articular, ya que sus dimensiones crean presiones y puntos de contacto similares a los de las cabezas radiales nativas.

El manejo post operatorio brindado a los pacientes post colocación de implantes de cabeza radial, debe incluir una valoración detallada para iniciar movilizaciones tempranas de acuerdo con la intervención realizada y la estabilidad articular del paciente. Los protocolos estandarizados de seguimiento clínico y radiológico permiten diagnosticar y tratar oportunamente las alteraciones articulares secundarias a complicaciones protésicas. Las secuelas postoperatorias presentadas con mayor frecuencia por los pacientes con dislocación compleja del codo son: aflojamiento aséptico del vástago protésico, inestabilidad persistente y rigidez articular.

RECOMENDACIONES

Investigar detenidamente el mecanismo de lesión en todos los pacientes que presentan trauma del codo, esto permite valorar las estructuras óseas y ligamentosas afectadas. El diagnóstico y tratamiento se basa en el conocimiento preciso de las lesiones de cada paciente.

En Guatemala no existe información epidemiológica de las dislocaciones complejas del codo, por lo que es necesario ampliar la información al respecto en las áreas hospitalarias que abordan estas lesiones, para que puedan llevar un registro puntual y generar estadísticas nacionales.

Elegir la escala de clasificación de fracturas que mejor se adapte a las lesiones del paciente, incluyendo las lesiones concomitantes de los tejidos blandos de acuerdo al mecanismo del trauma.

Seleccionar el abordaje quirúrgico que permita una mejor visualización de las lesiones en tejidos blandos y estructuras óseas que deben ser reparadas en cada paciente, teniendo en cuenta las complicaciones neurovasculares de cada uno de los abordajes.

Reconstruir la cabeza radial multifragmentada para reconocer el tamaño de la cabeza radial nativa, posteriormente seleccionar una prótesis con dimensiones similares a las de ésta; evaluar el estado del cuerpo radial al colocar la prótesis y valorar la necesidad de cementación del vástago de acuerdo al estado del hueso.

Evaluar la congruencia y estabilidad articulares, fomentar la movilización temprana postoperatoria en todos los pacientes que presenten resultados adecuados en las evaluaciones clínica y radiológica, por medio de la movilización temprana se disminuye el riesgo de rigidez articular.

Brindar seguimiento clínico y radiológico durante doce meses a todos los pacientes que son sometidos a sustitución protésica de cabeza radial, y así facilitar la detección de secuelas postoperatorias tempranamente para evitar el deterioro articular progresivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Curbelo Nova PC, Casales N. Luxación de codo asociada a fractura de cóndilo externo y cabeza del radio, presentación de un caso y revisión bibliográfica. Rev Asoc Argent Ortop Traumatol [en línea]. 2017 [citado 25 Jun 2021]; 82 (4): 312-316. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-74342017000400009
2. Wyrick JD, Dailey SK, Gunzenhaeuser JM, Casstevens EC. Management of complex elbow dislocations. Journ Americ Acad of Orthop Surg [en línea]. 2015 [citado 10 Mayo 2021]; 23 (5): 297-306. Disponible en: https://journals.lww.com/jaaos/fulltext/2015/05000/Management_of_Complex_Elbow_Dislocations_A.4.aspx doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00023
3. Sánchez Sotelo J, Morrey M. Complex elbow instability: surgical management of elbow fracture dislocations. EFORT Open Rev [en línea]. 2016 [citado 14 Abr 2021]; 1: 183-190. Disponible en: <https://online.boneandjoint.org.uk/doi/full/10.1302/2058-5241.1.000036>
4. Karbach LE, Elfar J. Elbow instability: anatomy, biomechanics, diagnostic maneuvers, and testing. J Hand Surg Am [en línea]. 2017 [citado 10 Mayo 2021]; 42 (2): 118-126. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28160902/> DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.11.025>
5. Olmedo Fortis IO, Ávalos Arroyo G, Romo Rodríguez R. Fractura compleja de codo. Acta Ortop Mex [en línea]. 2019 [citado 18 Mayo 2021]; 33 (5): 329-332. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2019/or195m.pdf>
6. Jones AD, Jordan RW. Complex elbow dislocations and the "terrible triad" Injury. Open Orthop J [en línea]. 2017 [citado 20 Mayo 2021]; 11 (1): 1394-1404. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5721343/> doi:10.2174/1874325001711011394
7. Chan K, King GJ, Faber KJ. Treatment of complex elbow fracture-dislocations. Curr Rev Musculoskelet Med [en línea]. 2016 [citado 1 Jun 2021]; 9 (2): 185-189. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4896880/> doi:10.1007/s12178-016-9337-8
8. Estrada Malacón CA, Pérez-Valtierra M, Torres Zavala A, Fonseca-Bernal M. Hemiartroplastía de cúpula radial en pacientes con fractura tipo III y IV según Mason Johnston. Rev Act Ortop Mex [en línea]. 2015 [citado 14 Jun Abr 2021]; 29 (3) 148-154. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2015/or153b.pdf>
9. Donoso R, Margozzini P, Román J. Caracterización y riesgo de fractura en población adulta chilena. Una nueva mirada a la ENS 2009-2010. Acta Ortop Mex [en línea]. 2020 [citado 21 Mayo 2021]; 34 (6): 346-353. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2020/or206b.pdf> doi: 10.35366/99130
10. Rosiles Exkiws JA, Vásquez Espinosa LF, Pérez Castro JA. Análisis crítico de casos clínicos: Limitación funcional por consolidación viciosa secundaria a fractura articular de

- radio. Rev Fac Med UNAM [en línea]. 2017 [citado 29 Mayo 2021]; 60 (6): 30-39. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2017/un176e.pdf>
11. Bustamante D, García JM, García L, Jiménez V. Complicaciones a mediano plazo de la prótesis monopolar modular de cabeza radial. Acta Ortop Mex [en línea]. 2019 [citado 26 Mayo 2021]; 33 (2): 73-80. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2019/or192c.pdf>
 12. Orthobullets.com, Elbow dislocation [en línea]. Santa Bárbara: Lineage Medical; 2021 [actualizado 31 Jul 2021; citado 2 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.orthobullets.com/trauma/1018/elbow-dislocation>
 13. Bonnevialle N. Radial head replacement in adults with recent fractures. Rev Orthop Traumatol: Surgery & Research [en línea]. 2016 [citado 21 Mayo 2021]; 102 (1) 69-79. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705681500314X?via%3Dihub>
 14. Fratelli R. Inestabilidad postraumática de codo. An Facultad Med Univ Repúb Urug [en línea]. 2018 [citado 2 Jun 2021]; 5 (1): 38-44. Disponible en: <http://www.anfamed.edu.uy/index.php/rev/article/view/289/175>
DOI: <http://dx.doi.org/10.25184/anfamed2018v5n1a4>
 15. Moore KL, Dalley AF, Agur AM. Anatomía con orientación clínica Moore. 8 ed. Barcelona: Wolters Kluwer Health; 2018.
 16. Downing M, Sargent SR. Anatomy, shoulder and upper limb, elbow collateral ligaments [en línea]. Treasure Island: StatPearls Publishing LLC; 2021 [citado 7 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560907/>
 17. Liman MN, Avva U, Ahurst JV, Butarbutar JC. Elbow trauma [en línea]. Treasure Island: StatPearls Publishing LLC; 2021 [citado 12 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542228/>
 18. Moore KL, Persaud TV, Torchia MG. Embriología clínica. 11 ed. Barcelona: Elsevier; 2020.
 19. Patiño JM, Saenz VP. Radial head fractures [en línea]. Treasure Island: StatPearls Publishing LLC; 2021 [citado 13 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448140/>
 20. Asociación Española de Artroscopía. Monográfico del codo: anatomía del codo para el cirujano artroscopista. Rev Esp Artrosc Cir Articul [en línea]. 2018 [citado 11 Jun 2021]; 25 (2): 91-102. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/327508821_Anatomia_del_codo_para_el_cirujano_artroscopista
 21. Jennings JD, Hahn A, Rehman S. Management of adult elbow fracture dislocations. Orthop Clin N Am [en línea]. 2016 [citado 15 Jun 2021]; 47: (1) 97–113. Disponible en:

22. Tagliafico AS, Bignotti B, Martinolli C. Elbow US: anatomy, variants, and scanning technique. *Rev Radiology* [en línea]. 2015 [citado 22 Jun 2021]; 275 (3): 636-650. Disponible en: <https://pubs.rsna.org/doi/pdf/10.1148/radiol.2015141950>
23. Ballesteros Betancourt JR, Lázaro Amorós A, García Tarriño R, Sastre Solsona S, Combalia Aleu A, Llusá Pérez M. Clasificación del patrón transversal de las fracturas de la cabeza del radio tipo Mason II y su utilidad en la osteosíntesis mediante técnica artroscópica. Estudio anatómico quirúrgico. *Rev Esp Cir Traumatol* [en línea]. 2019 [citado 27 Jun 2021]; 63 (1): 12-19. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirugia-ortopedica-traumatologia-129-pdf-S188844151830136X> doi: 10.1016/j.recot.2018.07.003
24. Sullivan CW, Herron T, Hayat Z. Olecranon fracture [en línea]. Treasure Island: StatPearls Publishing LLC; 2021 [citado 17 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537295/>
25. Sullivan CW, Desai K. Classifications in brief: Mayo classification of olecranon fractures. *Clin Orthop Relat Res* [en línea]. 2019 [citado 25 Jun 2021]; 477 (4): 908-910. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6437371/> doi:10.1097/CORR.0000000000000614
26. Saeed W, Waseem M. Elbow fractures overview [en línea]. Treasure Island: StatPearls Publishing LLC; 2021 [citado 2 Jul 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441976/>
27. Wolfson TS, Lowe D, Egol K A. Capitellum fracture open reduction and internal fixation with headless screws. *Journal of Orthopaedic Trauma* [en línea]. 2019 [citado 19 Jun 2021]; 33 (1): S5-S6. Disponible en: https://journals.lww.com/jorthotrauma/Fulltext/2019/08001/Capitellum_Fracture_Open_Reduction_and_Internal.4.aspx
28. Garner MR, Schottel PC, Hotchkiss RN, Daluiski A, Lorch DG. Capitellum fracture fragment excision: a case series. *HSS J* [en línea]. 2015 [citado 25 Jun 2021]; 11 (3): 204-208. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4773682/> doi:10.1007/s11420-015-9452-x
29. Johnson NP, Silberman M. Monteggia fractures [en línea]. Treasure Island: StatPearls Publishing LLC; 2021 [citado 20 Jun 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470575/>
30. Orthopedic Trauma Association. Fracture and dislocation classification compendium - 2018. *J Orthop Trauma* [en línea]. 2018 [citado 2 Jul 2021]; 32 (1): 3-43. Disponible en: https://classification.aoeducation.org/?_ga=2.32950974.1008209923.1626200050-1559410986.1626200050

31. Contreras Fernández J, Díaz Lorenzo C. Libro de resúmenes para residentes de ortopedia y traumatología. Módulo hombro y codo [en línea]. Chile: Universidad de Chile; 2020 [citado 15 Jul 2021]. Disponible en: <https://libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/1189/submission/proof/>
32. Yang X, Chang W, Chen W, Liu S, Zhu Y, Zhang Y, et al. A novel anterior approach for the fixation of ulnar coronoid process fractures. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* [en línea]. 2017 [citado 16 Jul 2021]; 103 (6): 899-904. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877056817301792?via%3Dihub>
33. Ballesteros Betancout JR, Fernández Valencia JA, García Tarriño R, Domingo Trepas A, Sastre Solsona S, Combalia Aleu A, et al. Abordaje anterior limitado del codo para la reducción abierta y fijación interna de las fracturas del capitellum. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* [en línea]. 2017 [citado 18 Jul 2021]; 61 (3): 176-184. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirugia-ortopedica-traumatologia-129-pdf-S1888441517300231> <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2017.02.003>
34. Wei LB, Hu T, Liu J, An ZQ. Surgical treatment of intra-articular distal humeral fractures by using a combined medial and lateral approach: an anatomic study. *Orthop Surg* [en línea]. 2019 [citado 15 Jul 2021]; 11 (3): 524-529. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6595097/> doi: 10.1111/os.12475.
35. Gracitelli ME, Guglielmetti CL, Botelho CA, Malavolta EA, Assunção JH, Ferreira Neto AA. Surgical treatment of post-traumatic elbow stiffness by wide posterior approach. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)* [en línea]. 2020 [citado 16 Jul 2021]; 55 (5): 570-578. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7575365/> doi: 10.1055/s-0039-1700827.
36. Barnes LF, Lombardi J, Gardner TR, Strauch RJ, Rosenwasser MP. Comparison of exposure in the kaplan versus the kocher approach in the treatment of radial head fractures. *Hand (N Y)* [en línea]. 2019 [citado 17 Jul 2021]; 14 (2): 253-258. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6436133/> doi: <https://dx.doi.org/10.1177%2F1558944717745662>
37. Caritá E, Donadelli A, Cugola L, Perazzini P. Radial head prosthesis: results overview. *Musculoskelet Surg* [en línea]. 2017 [citado 16 Jul 2021]; 101 (2): 197-204. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5698399/> doi: 10.1007/s12306-017-0492-x.
38. Van Riet RP, van den Bekerom MP, van Tongel A, Spross C, Barco R, Watss AC. Radial head fractures. *Shoulder Elbow* [en línea]. 2020 [citado 20 Julio 2021]; 12 (3): 212-223. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7285971/> doi: 10.1177/1758573219876921.
39. Maxime A, Kempf JF, Clavert P. Comparison of bipolar and monopolar radial head prostheses in elbow fracture-dislocation. *Rev Ortop & Traumat: Surgery and research* [en línea]. 2020 [citado 20 Jul 2020]; 106 (2): 311-317. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877056820300323?via%3Dihub> b

40. Tarallo L, Mugnai R, Rocchi M, Capra F, Catani F. Mason type III radial head fractures treated by anatomic radial head arthroplasty: Is this a safe treatment option?. *Rev Ortop & Traumat: Surgery and research* [en línea]. 2017 [citado 20 Jul 2021]; 103 (2): 183-189. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877056816302304>
41. Catellani F, De Caro F, De Biase CF, Perrino VR, Usai L, Triolo V, et al. Fiorentino G. Radial head resection versus arthroplasty in unrepairable comminuted fractures mason type III and type IV: a systematic review. *Rev Biomed Res Int* [en línea]. 2018 [citado 20 Jul 2021]; 2018 (1): 1-12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6077546/> doi: 10.1155/2018/4020625.
42. Dou Q, Yin Z, Sun L, Feng X. Prosthesis replacement in Mason III radial head fractures: a meta-analysis. *Rev Ortop and Traumat* [en línea]. 2015 [citado 20 Jul 2020]; 101 (6): 729-734. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705681500170X>

ANEXOS

Imagen 1.1: Húmero (vista anterior).



A: Tubérculo mayor. B: Tubérculo menor. C: Fosa coronoidea. D: Fosa radial. E: Tróclea. F: Capítulo

Fuente: Fotografía propia.

Imagen 1.1: Húmero (vista posterior).



A: Cabeza. B: Tubérculo mayor. C: Cuello anatómico. D: Cuello quirúrgico. E: Epicóndilo lateral. F: Epicóndilo medial. G: Tróclea. H: Fosa olecraneana.

Fuente: Fotografía propia.

Imagen 1.2: Ulna (vista anterior).



A: Escotadura troclear del olécranon. B: Escotadura radial. C: Apófisis coronoides. D: Tuberosidad ulnar. E: Cabeza.

Fuente: Fotografía propia.

Imagen 1.3: Ulna (vista lateral).



A: Escotadura troclear del olécranon. B: Apófisis coronoides. C: Cabeza. D: Apófisis estiloides.

Fuente: Fotografía propia.

Imagen 1.4: Radio (vista anterior).



A: Cabeza del radio. B: Tuberosidad del radio. C: Apófisis estiloides del radio.

Fuente: Fotografía propia.

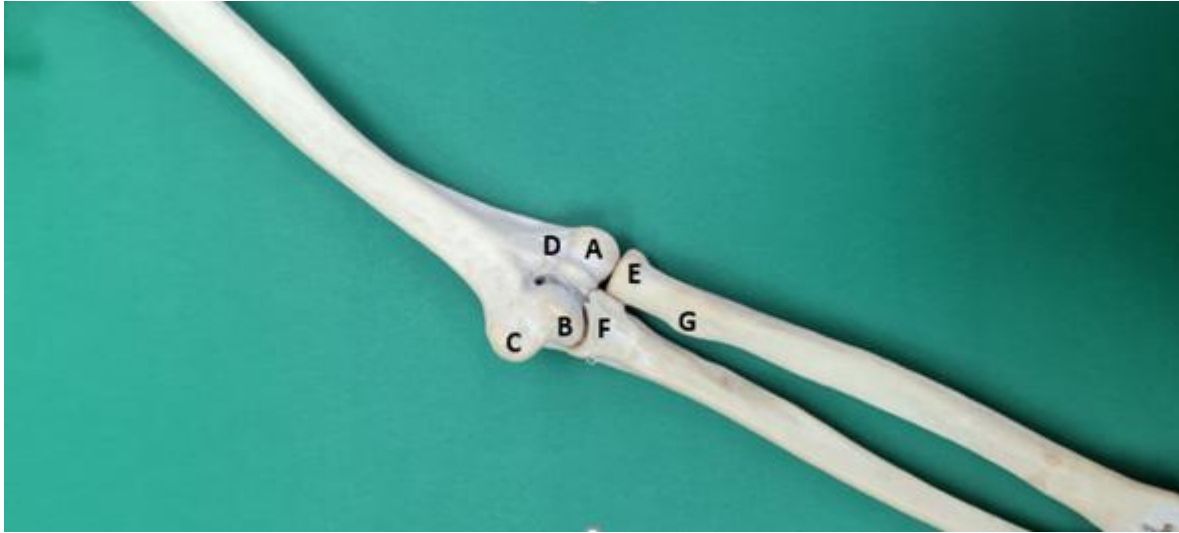
Imagen 1.5: Radio (vista posterior).



A: Cabeza del radio. B: Cuello del radio. C: Tuberosidad del radio. D: Borde anterior. E: Apófisis estiloides del radio.

Fuente: Fotografía propia.

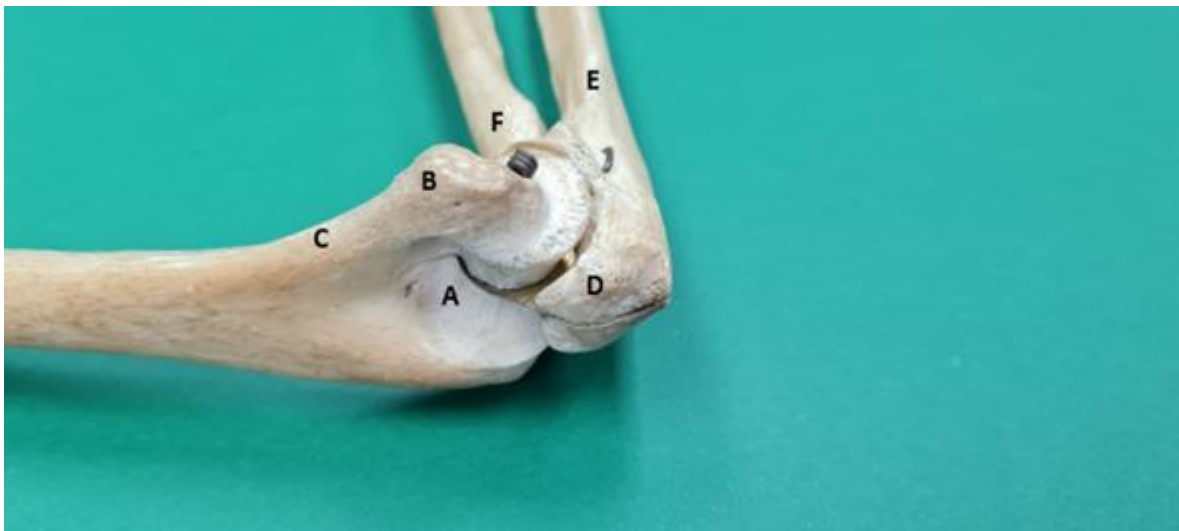
Imagen 1.6: Articulación del codo en extensión (vista anterior).



A: Tróclea del húmero. B: Capítulo del húmero. A+B: Cóndilo humeral. C: Epicóndilo medial del húmero. D: Fosa radial del húmero. E: Cabeza radial. F: Apófisis coronoides. G: Tuberosidad del radio.

Fuente: Fotografía propia.

Imagen 1.7: Articulación del codo en flexión a 90° (vista posterior).



A: Fosa olecraneana. B: Epicóndilo lateral. C: Cresta supracondílea lateral. D: Olécranon. E: Ulna. F: Radio.

Fuente: Fotografía propia.

Tabla 1. Términos de búsqueda.

DECS	MeSH	Calificadores	Conceptos relacionados	Operadores lógicos
"Dislocación compleja del codo" "dislocación fracturada" "dislocación del codo" "fractura del codo" "dislocación crónica" "estabilizadores del codo" "inestabilidad del codo" "mecanismo de lesión" "patrón de fractura" "biomecánica del codo" "codo de adulto"	"Complex elbow dislocation" "fracture-dislocation" "elbow fracture" "chronic dislocation" "elbow stabilizers" "elbow instability" "injury mechanism" "fracture pattern" "elbow biomechanics" "adult elbow"	Dislocación, trauma del codo, inestabilidad, lesión en codo, fractura articular	"dislocación del codo con fractura" "fractura del codo por traumatismo" "trauma de alta energía" "biomecánica articular" "cirugía traumatológica" "rehabilitación"	AND
				"complex dislocation" AND "elbow"
				"fracture" AND "elbow"
				NOT
				"Complex elbow dislocation" NOT "Terrible triad injury"
				OR
				"Complex elbow dislocation" OR "Fractured dislocation"
"Sustitución de cabeza radial" "resección de cabeza radial" "manejo quirúrgico" "artroplastia de cabeza radial" "prótesis" "complicaciones" "fracturas conminutas de cabeza radial" "fractura compleja de cabeza radial"	"Radial head replacement" "radial head resection" "surgical management" "radial head arthroplasty" "prosthesis" "complications" "comminuted radial head fractures" "complex radial head fracture"	Fracturas, cirugía del codo, prótesis de cabeza radial, artroplastia del codo, inestabilidad del codo por fractura	"Traumas de alta energía en codo" "tratamiento de fracturas conminutas en cabeza radial" "restauración de biomecánica articular"	AND
				"Radial head" AND "Replacement"
				"Radial head" AND "Arthroplasty"
				NOT
				"Complex radial head fractures" NOT "Simple radial head fractures"
				OR
				"Radial head implant arthroplasty" OR "Radial prosthetic replacement"

"Abordaje quirúrgico en sustitución de cabeza radial" "técnica quirúrgica en artroplastia de cabeza radial" "Procedimiento quirúrgico en reemplazo de cabeza radial" "Manejo postoperatorio de reemplazo de cabeza radial" "resultados clínicos" "rehabilitación"	"Surgical technique in radial head replacement" "radial head arthroplasty surgical technique" "surgical procedure in radial head replacement" "clinical outcomes" "rehabilitation"	Cirugía, prótesis de cabeza radial, técnica quirúrgica, rehabilitación del codo	"Procedimiento quirúrgico" "reemplazo de cabeza radial" "abordaje quirúrgico" "rehabilitación post cirugía del codo"	AND
				"surgical technique" AND "radial head"
				"surgical technique" AND "radial head arthroplasty"
				OR
				"Surgical technique in radial head replacement" OR "Surgical technique in radial head arthroplasty"
				NOT
				"Surgical management of complex radial head fractures" NOT "conservative management of simple radial head fractures"

Resultados obtenidos en la revisión de las bases de datos. Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y Medical Subject Headings (MeSH) de la Biblioteca Virtual en Salud: <http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decsserver/> y <https://meshb.nlm.nih.gov/search> respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de artículos utilizados según tipo de estudio.

Tipo	Término utilizado	Número de artículos
Todos los artículos	“Elbow dislocation” AND “Elbow arthroplasty” AND “Elbow Fracture” MeSH “Arthroplasty” AND “Replacement” AND “Elbow” AND “Radial prosthesis” NOT “Children” DeCS	6834
Artículos utilizados	“Elbow dislocation” AND “Elbow arthroplasty” AND “Elbow Fracture” MeSH “Arthroplasty” AND “Replacement” AND “Elbow” NOT “Children” DeCS	42
Ensayos con asignación aleatoria	“Elbow dislocation” AND “Elbow arthroplasty” AND “Elbow fracture” MeSH Arthroplasty” AND “Replacement” AND “Elbow” NOT “Children” DeCS	1
Estudios de revisión sistemática	“Elbow fracture” MeSH Arthroplasty” AND “Replacement” AND “Elbow” NOT “Children” DeCS	19
Artículos de resumen	“Elbow dislocation” AND “Elbow arthroplasty” AND “Elbow Fracture” MeSH Arthroplasty” AND “Replacement” AND “Elbow” NOT “Children” DeCS	12
Libros y documentos	“Elbow dislocation” AND “Elbow arthroplasty” AND “Elbow Fracture” MeSH Arthroplasty” AND “Replacement” AND “Elbow” NOT “Children” DeCS	8
Meta análisis	“Elbow Arthroplasty” MeSH	2

En la tabla se observan los buscadores Medical Subject Headings (MeSH) y Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) utilizados.

Fuente: Elaboración propia.

Carta de Autorización para fotografiar modelos anatómicos

Guatemala, 21 de junio año 2021.

Dr. Mario Raúl Gálvez.

Un saludo cordial deseándole éxitos en sus actividades,

Por medio de la presente, la estudiante **Edna Madai Aceituno Ortiz** identificada con carnet institucional número **201500162** y documento personal de identificación **2987115160101** solicita su apoyo para autorizar la toma de fotografías a los modelos anatómicos óseos correspondientes a húmero, ulna y radio, y a la articulación del codo en el esqueleto a escala.

Las fotografías serán utilizadas para el desarrollo ilustrativo del trabajo de graduación titulado: **"Sustitución de cabeza radial en pacientes adultos con dislocación compleja de codo"**, a cargo de la estudiante previamente mencionada. El revisor designado por COTRAG para dicho trabajo de graduación es el Dr. Junior Ajché.

Agradeciendo su atención y apoyo,


Edna Madai Aceituno Ortiz
201500162

Recibido y autorizado por:


Dr. Mario Raúl Gálvez
Secretario Académico




Dr. Augusto Letona
Coordinador de la Unidad de Anatomía

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARIAS

Al lector que desee profundizar en el tema tratado a lo largo de este trabajo, se le sugieren los siguientes libros:

1. Rouvière H, Delmas A. Anatomía Humana. Descriptiva, Topográfica y Funcional. 10 ed. Masson S.A. Barcelona, España. 2000.
2. Atlas de Anatomía Humana de Sobotta. 16 ed. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España. 2000.
3. Green P. Cirugía de mano. Vol I. 7 ed. Editorial Marbán. España. 2007.
4. Frederick MA, Beaty J, Canalle T. Campbell's operative orthopaedics. 14 ed. Elsevier. Estados Unidos de América. 2017.
5. Kapandji AI. Fisiología articular. Tomo I. Miembro superior. 6 ed. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España. 2010.

ÍNDICES ACCESORIOS

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.1: Húmero (vista anterior).	59
Imagen 1.2: Húmero (vista posterior).	59
Imagen 1.3: Ulna (vista anterior).....	60
Imagen 1.4: Ulna (vista lateral).	60
Imagen 1.5: Radio (vista anterior).....	61
Imagen 1.6: Radio (vista posterior).....	61
Imagen 1.7: Articulación del codo en extensión (vista anterior).	62
Imagen 1.8: Articulación del codo en flexión a 90° (vista posterior).	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Términos de búsqueda.	63
Tabla 2. Matriz de artículos utilizados según tipo de estudio.	65