

TEMA DE ACTUALIZACIÓN

Artroplastia de codo en casos extremos y artrosis postraumática

J. Blanco Novoa¹, R. Estévez Vilar², B. Ramos Domingo¹

¹ Clínica Trauma Sport. Ourense

² Unidad de Miembro Superior. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Complejo Hospitalario Universitario Ourense

Correspondencia:

Dr. Juan Blanco Novoa

Correo electrónico: trauma_sport@hotmail.com

Recibido el 17 de septiembre de 2024

Aceptado el 2 de noviembre de 2024

Disponible en Internet: noviembre de 2024

RESUMEN

Antecedentes: la prótesis total de codo (PTCodo) es el tratamiento establecido para la artritis reumatoide (AR) de codo muy avanzada, pero los avances en las técnicas quirúrgicas han dado como resultado otro tipo de indicaciones. El objetivo de este estudio es revisar la literatura para valorar su uso en fracturas de húmero distal, secuelas de estas y artrosis postraumática.

Métodos: se realizó una revisión sistemática de las bases de datos PubMed y Embase. Se incluyeron series de casos y estudios comparativos que informaban de los resultados después de 3 tipos de PTCodo primaria.

Resultados: se identificaron 47 estudios elegibles (n: 1.857). La indicación más común para la PTCodo durante el periodo de revisión fue la AR, pero su proporción anual se redujo del 77 al 50%. La puntuación media del Mayo Elbow Performance Score (MEPS) mejoró significativamente para todas las indicaciones. Tres estudios comparativos informaron de resultados funcionales estadísticamente mejorados en la AR en comparación con el grupo de secuelas de trauma. Las tasas de complicaciones y revisiones variaron: AR 5,2-30,9% y 11-13%, fractura aguda 0-50% y 10-11%, secuelas de traumatismos 14,2-50% y 0-30%, osteoartritis 50% y 11%, respectivamente.

Discusión: la PTCodo puede proporcionar mejoras funcionales en la AR, fracturas agudas y secuelas de traumatismos. La supervivencia a largo plazo de la PTCodo parece satisfactoria en casos de AR y fracturas; sin embargo, los estudios tienen una evidencia

ABSTRACT

Total elbow arthroplasty in extreme cases and post-traumatic osteoarthritis

Background: total elbow replacement (TEA) is the established treatment for advanced rheumatoid arthritis (RA) of the elbow, but advances in surgical techniques have resulted in other types of indications. The aim of this study is to review the literature to assess its use in distal humerus fractures, their sequelae and post-traumatic osteoarthritis.

Methods: a systematic review of the PubMed and Embase databases was performed. Case series and comparative studies reporting outcomes after 3 types of primary TEA were included.

Results: 47 eligible studies (n: 1,857) were identified. The most common indication for TEA during the review period was RA, but its annual proportion decreased from 77 to 50%. The mean Mayo Elbow Performance Score (MEPS) improved significantly for all indications. Three comparative studies reported statistically improved functional outcomes in RA compared with the trauma sequelae group. Complication and revision rates varied: RA 5.2-30.9% and 11-13%, acute fracture 0-50% and 10-11%, trauma sequelae 14.2-50% and 0-30%, osteoarthritis 50% and 11%, respectively.

Discussion: TEA can provide functional improvements in RA, acute fractures and trauma sequelae. Long-term survival of TEA appears satisfactory in rheumatoid arthritis and fractures. How-



<https://doi.org/10.24129/j.retla.07214.fs2409020>

© 2024 Sociedad Española de Traumatología Laboral. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

científica III-IV y son precisos más estudios para influir en la toma de decisiones.

Palabras clave: Artroplastia total de codo. Fractura del húmero distal. Secuela de fracturas. Artrosis postraumática.

ever, the studies have III-IV scientific evidence, and further studies are needed to influence decision-making.

Key words: Total elbow arthroplasty. Distal humerus fracture. Fracture sequelae. Post-traumatic osteoarthritis.

Introducción

La utilización de la prótesis total de codo (PTCodo) se ha ido incrementando con el paso del tiempo y, de ser un tratamiento inicialmente usado en pacientes con artritis reumatoide (AR), se ha extendido a casos de fracturas complejas de húmero proximal, pseudoartrosis de estas tras tratamiento conservador o quirúrgico, y en casos de artrosis postraumática del codo. En una revisión sistemática reciente⁽¹⁾ se analizan todas las indicaciones de la artroplastia de codo y concluyen que la supervivencia de estos implantes es satisfactoria en el caso de las fracturas y secuelas, tanto como en la artrosis.

El tratamiento quirúrgico de las fracturas intraarticulares del húmero distal implica consecuencias potencialmente incapacitantes. Aproximadamente, el 7% de todas las fracturas en adultos afectan al codo; de ellas, el 30% afecta al húmero distal y alrededor del 10% están desplazadas y conminutas. Según estudios epidemiológicos, la incidencia de fracturas del húmero distal en mujeres mayores de 60 años se triplicará para 2030 debido al envejecimiento de la población⁽²⁾. Morrey *et al.* destacaron que la artroplastia total de codo es una opción válida en pacientes de edad avanzada cuando la conminución y la mala calidad del hueso impiden una fijación adecuada^(3,4). Según Robinson *et al.*⁽⁵⁾, la dificultad para obtener una fijación estable de las fracturas de húmero distal de tipo B y C puede implicar un mayor riesgo de consolidación viciosa/pseudoartrosis y se debe considerar la artroplastia, siendo la principal opción de tratamiento en pacientes de edad avanzada. De hecho, en pacientes mayores de 60 años, se han informado mejores resultados para las fracturas complejas de codo tratadas directamente con artroplastia que para aquellas convertidas a artroplastia después del fracaso de la osteosíntesis primaria⁽⁶⁾.

En cuanto a la artrosis del codo, es mucho menos frecuente que en las demás articulaciones del miembro superior; en el caso que nos ocupa, lesiones traumáticas en niños o adultos pueden provocarla por un daño inicial del cartílago o una mala fijación interna, una incongruencia articular o inestabilidad, que deriva en cambios degenerativos. Normalmente, es muy bien tolerada y suele existir una discordancia entre la lesión radiológica y las manifestaciones clínicas⁽⁷⁾.

En otro orden de cosas, están los pacientes con AR, que, aun siendo una indicación hoy en día menos fre-

cuenta por la mejora en su tratamiento, ha sido históricamente la indicación más frecuente del uso de la PTCodo, por lo que será interesante analizar los datos existentes y la implicación que puedan tener en nuestros pacientes al sufrir una fractura o la existencia de una secuela postraumática sobre dicho codo.

El objetivo de esta revisión es analizar cuál es la indicación ideal, además de la AR en fase avanzada, para usar una PTCodo, haciendo especial hincapié tanto en las fracturas primarias, como en las secuelas de estas y en el caso de la artrosis postraumática. Asimismo, valorar la supervivencia de los implantes en estos casos y los resultados funcionales.

Método

Esta revisión bibliográfica se realizó de acuerdo con las pautas PRISMA⁽⁸⁾. Buscamos en las bases de datos PubMed, Ovid/Medline, Cochrane, Google Scholar y Embase con las palabras clave elegidas de acuerdo con el índice MeSH (Medical Subject Headings). La cadena de búsqueda utilizada fue: *total elbow arthroplasty, humerus fracture distal, sequelae, osteoarthritis y result*. Debido al número limitado de estudios, no hubo restricciones en cuanto a la demografía de los pacientes, los procedimientos quirúrgicos específicos, el estado de la publicación y la fecha de publicación. Las bibliografías de los estudios recuperados se verificaron manualmente en busca de posibles artículos relevantes. El diagrama de flujo de la selección de estudios se muestra en la **Figura 1**.

Las búsquedas fueron realizadas acotando la búsqueda a finales de 2023, no poniendo filtros en años anteriores.

Se consideraron para la elegibilidad los estudios clínicos publicados en inglés. Los estudios podían ser series de casos o estudios comparativos que informaran resultados después de la PTCodo para los usos de los criterios de búsqueda. Los estudios que informaban sobre múltiples implantes solo se incluyeron si se podían identificar los resultados independientes de solo los implantes incluidos. Solo se consideró la investigación primaria para la revisión y se excluyeron los resúmenes, comentarios, artículos de revisión, informes de casos y artículos de técnica quirúrgica.

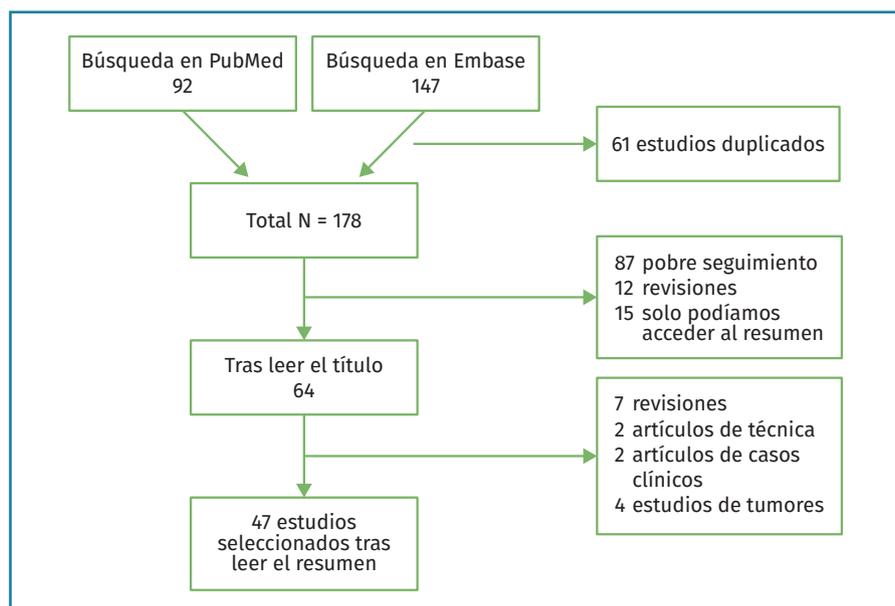


Figura 1. Diagrama de flujo.

no se realizó ningún análisis de supervivencia^(11,13).

Dos estudios informaron resultados de PTCodo en artritis inflamatoria juvenil únicamente; ambos utilizaron el implante Coonrad–Morrey^(14,15). Baghdadi *et al.*⁽¹⁵⁾ informaron sobre 29 pacientes con una edad media de 37 años y una media de MEPS de 78 a los 126 meses de seguimiento, la supervivencia del implante fue del 79,9% a los 10 años. Ibrahim *et al.*⁽¹⁴⁾ informaron sobre 7 pacientes con una edad media de 44 años con un seguimiento medio de 113 meses y mostraron una tasa de complicaciones del 71,4%, una tasa de revisión del 28,6% y una supervivencia a los 10 años del 69%.

Resultados

La estrategia de búsqueda identificó 47 estudios elegibles para su inclusión (n: 1.857): 10 sobre AR⁽⁹⁻¹⁸⁾, 10 después de fracturas agudas⁽¹⁹⁻²⁸⁾, 10 sobre secuelas postraumáticas^(24,29-37), 17 sobre indicaciones múltiples⁽³⁸⁻⁵⁴⁾ y 1 sobre osteoartritis (OA)⁽⁵⁵⁾. Esto incluyó un estudio que informó sobre subgrupos separados de fracturas agudas y secuelas postraumáticas⁽²⁹⁾.

Artritis reumatoide

Diez estudios informaron sobre los resultados después de PTCodo en AR⁽⁹⁻¹⁸⁾. Seis estudios analizaron el implante de Coonrad–Morrey en AR, informando una puntuación media de rendimiento del codo en el Mayo Elbow Performance Score (MEPS) que oscilaba entre 81 y 94, complicaciones del 5,2 al 30,9% y tasas de revisión del 11 al 13%. Se realizó un análisis de supervivencia en 3 estudios y a los 10 años osciló entre el 85 y el 92,4%. Sánchez-Sotelo *et al.* informaron la serie de casos más grande (n: 435) en su estudio de cohorte prospectivo que se realizó entre 1982 y 2006 con una media de seguimiento de 10 años⁽¹²⁾. Los autores informan puntuaciones funcionales excelentes (MEPS media: 90) con una tasa de complicaciones del 5,2% y una tasa de revisión del 11%, incluida una tasa de infección general del 2,2%. La supervivencia informada fue del 92% a los 10 años, del 83% a los 15 años y del 68% a los 20 años. Dos estudios analizaron el uso de PTCodo en AR informando una media de MEPS de 93, complicaciones del 8 al 15,4%, tasas de revisión del 7,3 al 12%, pero

Fracturas agudas

Se incluyen 10 artículos, de los cuales hubo 9 estudios categorizados como nivel 4 de evidencia científica (retrospectivos, serie de casos) y 1 como nivel 3 (estudio de casos y controles). Uno de los estudios incluidos fue un estudio multicéntrico⁽²³⁾. La **Tabla 1** resume las características los estudios.

Los 10 estudios (**Tabla 1**) incluyeron a 255 pacientes sometidos a PTCodo primaria por fracturas de húmero distal, incluidos 36 hombres (13,4%) y 198 mujeres (73,6%). En 35 pacientes (13%) no se especificó el sexo. La edad media osciló entre 64 y 81,3 años, con la mayor población en su séptima década de vida. El periodo medio de seguimiento osciló entre 21 y 57 meses. Un estudio informó tener más de 10 años de seguimiento sin duración específica⁽²³⁾. La cirugía se realizó en la extremidad dominante en 92 pacientes (62,1%)^(22,23,26,28). Seis estudios no especificaron si la cirugía se realizó en la extremidad dominante^(19,21,24,25,27).

Cuatro estudios incluyeron solo el tipo de fractura cerrada^(19,20,21,26) (**Tabla 2**), 1 estudio incluyó solo el tipo de fractura abierta⁽²⁵⁾, 3 estudios incluyeron fracturas tanto abiertas como cerradas^(22,23,28), mientras que 2 estudios no informaron sobre el tipo de fractura^(24,27). En general, se incluyeron en esta revisión 18 casos de fractura abierta (7%). Doce pacientes (66,7%) se clasificaron como fractura abierta de grado 1 y 6 pacientes (33,3%) como fractura abierta de grado 2. Todas las fracturas de húmero distal se clasificaron según la clasificación AO como AO13.

El estudio actual incluyó 15 (6%) fracturas extraarticulares (13A), 13 (5%) fracturas articulares parciales (13B) y 184 (72%) fracturas articulares completas (13C). Seis es-

Tabla 1. Características de los estudios y de los pacientes incluidos

Estudio	Tipo de estudio/ Nivel de evidencia	Número de pacientes	Edad media	Distribución por sexos V-H	Seguimiento meses	Tipo de implante
Chalidis <i>et al.</i> (2009)	Retrospectivo/IV	11	79,6 (75-86)	2,9	33,6	Discovery
Baksi <i>et al.</i> (2011)	Retrospectivo/IV	21	64 (56-78)	No figura	55,5	Implante propio
Antuña <i>et al.</i> (2012)	Retrospectivo/IV	14	77,6 (68-89)	No figura	57	Conrad-Moorey
Ducrot <i>et al.</i> (2013)	Retrospectivo/IV	20	80 (65-93)	2-18	43,2	Conrad-Moorey
Mansat <i>et al.</i> (2013)	Retrospectivo/IV	87	79 (65-73)	7-80	37	Conrad-Moorey
Giannicola <i>et al.</i> (2014)	Retrospectivo/III	10	69 (45-89)	9-15	41	Discovery
Linn <i>et al.</i> (2014)	Retrospectivo/IV	7	74 (56-86)	2-5	43	Conrad-Moorey
Sorensen <i>et al.</i> (2014)	Retrospectivo/IV	20	77 (55-95)	2-18	21	Conrad-Moorey
Barco <i>et al.</i> (2017)	Retrospectivo/IV	44	70 (38-93)	11-33	> 10 años	Conrad-Moorey
Lami <i>et al.</i> (2017)	Retrospectivo/IV	21	81,3 (70-92)	1-20	38,4	Conrad-Moorey

tudios describieron la enfermedad subyacente y la lesión asociada^(19,20,22,23,28). El rango de tiempo desde la lesión hasta la cirugía fue de 4,3 a 9,1 días, pero no se mencionó en 3 estudios^(23,24,27).

Todos los estudios incluidos hicieron un evaluación cuantitativa de los resultados; sin embargo, solo 4 estudios realizaron una evaluación cualitativa^(21,22,26,28). La evaluación cuantitativa incluyó la puntuación MEPS en 9 estudios y Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) en 1⁽²⁵⁾. La tasa de satisfacción del paciente se utilizó para la evaluación cualitativa y se describió en solo 4 estudios^(21,22,26,28). El valor promedio del arco de movimiento de flexoextensión postoperatorio informado en todos los estudios fue de 102,3°. Solo 7 estudios describieron el arco de movimiento de pronación-supinación postoperatorio, el promedio de los cuales fue de 145,8°. La **Tabla 2** resume el resultado clínico general y las complicaciones de los estudios incluidos. Los síntomas residuales se informaron como presencia de síntomas del nervio cubital, dolor y fractura.

En total, hubo 55 complicaciones (21,5%) entre los 255 pacientes evaluados. Los síntomas del nervio cubital (12 pacientes, 4,7%) y la fractura periprotésica (12 pacientes, 4,7%) fueron dos de las complicaciones más comunes, seguidas de osificaciones heterotópicas (7 pacientes, 2,7%) y aflojamiento (6 pacientes, 2,3%). Las complicaciones menos frecuentes fueron rigidez (1 paciente, 0,3%) y necrosis cutánea (1 paciente, 0,3%).

Secuelas de fracturas

Diez estudios informaron los resultados de la PTCodo después de las secuelas de un traumatismo y la mayoría de

los casos fueron artrosis postraumática o pseudoartrosis^(29,31-37). La edad media de los pacientes osciló entre 56 y 72 años. En general, los estudios informaron un rango medio de MEPS de 80 a 94,3 y de la American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form (ASES) de 82. Las tasas de complicaciones y revisiones variaron del 14,2 al 50% y del 0 al 30%, respectivamente. Las 2 series más grandes de Schneeberger *et al.*⁽³⁸⁾ (n: 41) y Morrey *et al.*⁽³⁷⁾ (n: 53) se publicaron hace más de 20 años e informan una alta tasa de complicaciones (18,9 a 34%), siendo las complicaciones más comunes fracturas, infección y rotura del tríceps. Morrey *et al.* informan una alta tasa de revisión del 30% en un seguimiento medio de 75 meses con el aflojamiento aséptico que representa la mayoría de los casos (88%). Barthel *et al.*⁽³⁴⁾ compararon los resultados de los sometidos a PTCodo después de una pseudoartrosis y una artrosis postraumática; los autores informan resultados funcionales comparables, pero una tendencia a mayores complicaciones (58 frente a 28%) y tasas de revisión (25 frente a 14%) en el grupo de artrosis postraumática. Tres estudios en el subgrupo de indicación general compararon los resultados después de la artritis inflamatoria y las secuelas del trauma; los 3 informaron que el MEPS medio fue significativamente mayor en el grupo de AR.

Prasad y Dent⁽³⁵⁾ compararon una cohorte tratada con PTCodo para fractura del húmero con una segunda cohorte que se sometió a una artroplastia en un promedio de 56 semanas después del tratamiento inicial no quirúrgico o reducción abierta y fijación interna (RAFI). El primer grupo de PTCodo tenía un MEPS de 85, mientras que el grupo retrasado de rescate tiene un MEPS de 80,36. El rango de movimiento también fue similar, con un arco de 27 a 120 en el grupo temprano y de 30 a 120 en el grupo retrasado.

Tabla 2. Tipo de fracturas, seguimiento y complicaciones						
Estudio	Tipo de fractura Clasificación 13B AO	Flexión- Extensión media	Medición cuantitativa	Dolor residual	Infección/ Complicaciones	Aflojamiento
Chalidis <i>et al.</i> (2009)	Fractura cerrada. Todos C2 3 C3 8	107	MEPS 90 (80-95)	NS	Infección 0 Síntomatología Ulnar 1	NS
Baksi <i>et al.</i> (2011)	Fractura cerrada. Todos C2 12 C3 9	105	MEPS 96,42	NS	1 infección tardía	NS
Antuña <i>et al.</i> (2012)	Fractura cerrada. Todos B3 2 C2 12 C3 9	90	MEPS 73 (30-100)	Moderado 8 pacientes	3 infecciones 2 agudas y 1 tardía 3 pacientes neuropatía cubital	1/14
Ducrot <i>et al.</i> (2013)	Fractura cerrada. 18/20 Fractura abierta tipo I 2/20 A2 2 B2 1 B3 1 C1 1 C2 5 C3 9 Inclasificable 1	97	MEPS 83 (60-100)	Mínimo 6 pacientes	Neuropatía cubital	NS
Mansat <i>et al.</i> (2013)	Fractura cerrada. 80/87 Fractura abierta tipo I 6/87 Fractura abierta tipo II 1/87 A9 B8 C1 16 C2 17 C3 37	97	MEPS 86 (45-100)	Mínimo 20 pacientes	Neuropatía cubital 1	NS
Giannicola <i>et al.</i> (2014)	NS	119	MEPS 96	NS	Neuropatía cubital 1 Infección 1	NS
Linn <i>et al.</i> (2014)	Todas fracturas abiertas Tipo I 2/7 Tipo II 5/7 C7	92	DASH 48	NS	NS	1 cubital 2 humerales sin recambio a los 2 y 10 años
Sorensen <i>et al.</i> (2014)	Fractura cerrada. Todos A2 2 B2 1 c3 17	114	MEPS 94 (65-100)	NS	2 infecciones con revisión las 2 1 disestesia cubital	2 aflojamientos de la bisagra por rotura del perno revisadas las 2
Barco <i>et al.</i> (2017)	NS	99	MEPS 90,5 (60-100)	NS	3 infecciones con revisión	4 aflojamientos con revisión
Lami <i>et al.</i> (2017)	Fractura cerrada 19/21 Fractura abierta tipo I 2/21	103	MEPS 84	NS	1 necrosis cutánea 1 rigidez severa	NS

do⁽³⁴⁾. Aunque estos resultados funcionales fueron similares entre los grupos, la supervivencia para el grupo temprano fue del 93% a los 88 meses, mientras que el grupo retrasado fue del 76% a los 84 meses. Aunque esto puede indicar una tendencia, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Esto nos puede sugerir que cuando se realiza una artroplastia de codo dentro del año posterior al fracaso de la fijación interna de una fractura del húmero distal, el dolor y la función mejoran, pero la tasa de revisión o extracción del implante es alta. Los autores revisaron el resultado de 21 PTCodo semiconstreñidas con un plazo medio entre RAFI y PTCodo de 8 meses. En el seguimiento más reciente, 6 codos habían requerido una reintervención, incluida la revisión o extracción del implante en 4 codos (19%). Estos 6 pacientes requirieron un total de 14 reintervenciones, 9 de las cuales implicaron revisión o extracción de los implantes.

Para los pacientes con implantes supervivientes, la puntuación MEPS media fue de 85,5 puntos, el 89% informó dolor leve o nulo y el 78% consideró que su codo estaba mucho mejor. La flexión aumentó de 94 a 138 y la extensión aumentó de 43 a 18. La tasa general de infección fue del 5%.

Estos estudios parecen indicar que, aunque la fijación interna fallida se puede salvar con una artroplastia de codo, se paga cierto precio en términos de una tasa de fracaso del implante más alta que la que normalmente se informa cuando la artroplastia se realiza como procedimiento primario (Figura 2).

Artrosis primaria

Un estudio publicó los resultados de la PTCodo únicamente en pacientes con OA⁽⁵⁵⁾. Además, 12 de los 17 artículos revisados bajo el subtítulo "Artículos de indicación general" informaron pacientes que se habían sometido a PTCodo para OA^(38-49,52,54,56). Sin embargo, el número acumulado de pacientes con OA informados dentro de estos 12 estudios fue solo 70, lo que representó el 9,6% de todos los pacientes en estos 17 estudios. Además, la mayoría de los estudios no presentaron los datos según la indicación quirúrgica por separado, lo que restringió aún más el análisis del resultado de la PTCodo en pacientes con OA.

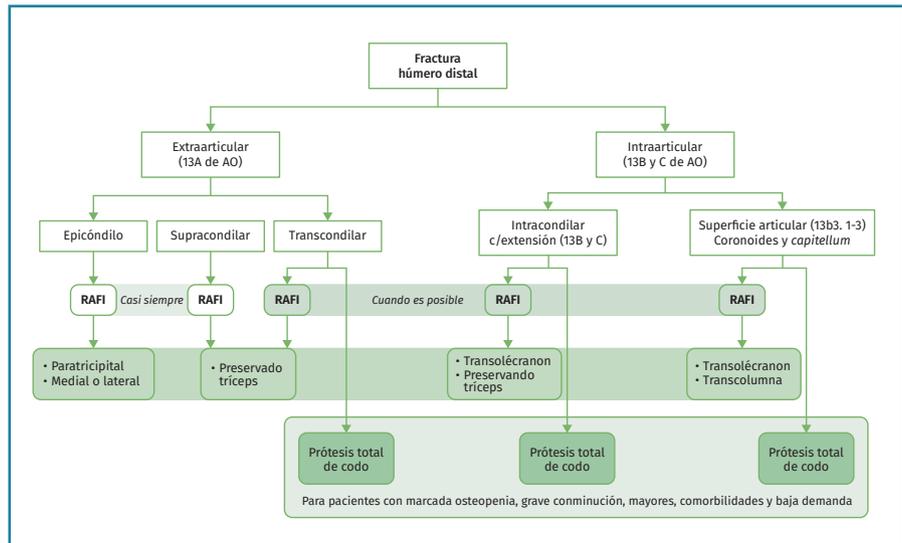


Figura 2. Algoritmo terapéutico en las fracturas de húmero distal.

Schoch *et al.* informaron sobre 18 pacientes con OA con una edad media de 68 años. En un seguimiento medio de 9 años, se informó que el 53% tuvo un resultado excelente o bueno según el MEPS. Los estudios revisados sugieren que la artrosis es responsable de un número significativo de PTCodo y en 2008 el 10% de los casos publicados se realizaron por artrosis. Sin embargo, la literatura sobre esta indicación específica es limitada, ya que la mayoría de los casos informados solo se incluyen en documentos de indicaciones generales. Los estudios limitados que comparan los resultados de la artrosis con otras patologías sugieren que los resultados son comparables, pero los números en estos estudios son bajos, lo que restringe las conclusiones que se pueden extraer.

Discusión

Clásicamente, la PTCodo se utilizaba para el tratamiento de pacientes con artropatías inflamatorias terminales, como la AR, del codo⁽⁵⁶⁾. Históricamente, estos individuos eran generalmente de baja demanda, lo que permitía obtener resultados exitosos con bajas tasas de desgaste y aflojamiento⁽⁵⁷⁾. Por otro lado, las indicaciones para la PTCodo han seguido expandiéndose con la mejora de las técnicas quirúrgicas y el diseño de los implantes. Las indicaciones adicionales para la PTCodo incluyen fracturas conminutas agudas del húmero distal en ancianos, artritis postraumática o salvamento de la pseudoartrosis del húmero distal, inestabilidad disfuncional, osteoartritis primaria y reconstrucción del codo en el contexto de tumores primarios o metastásicos. La tendencia global en los registros demuestra que la artritis inflamatoria continúa siendo la indicación más común para PTCodo⁽⁵⁸⁾. Sin

embargo, otras indicaciones, particularmente las fracturas en agudo, las secuelas postraumáticas y la osteoartritis primaria, han ido ganando cada vez más popularidad con variaciones regionales⁽⁵⁸⁾. Una revisión sistemática reciente que evaluó las tendencias globales de datos de 6 registros nacionales (Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda, Noruega, Suecia y los Países Bajos) entre 2000-2009 y 2010-2017 mostró que la proporción de PTCodo realizadas para la artritis inflamatoria disminuyó del 61 al 46%⁽⁵⁸⁾. Con una proporción decreciente de PTCodo realizadas para la AR debido a los avances en el tratamiento médico, se están realizando más PTCodo para fracturas agudas del húmero distal (23 frente al 38%), secuelas postraumáticas y osteoartritis primaria (5 frente al 8%). Sin embargo, existen algunas variaciones regionales notables. En Estados Unidos, Noruega y Australia, la fractura aguda es la indicación más común para PTCodo, por delante de la artritis inflamatoria y las secuelas postraumáticas⁽⁵⁹⁻⁶³⁾. Además, la artrosis primaria es una indicación más común en los registros de Australia (33,9%), el Reino Unido (33,2%) y los Países Bajos (27%) en comparación con los países escandinavos (3%).

Una información detallada sobre las demandas y expectativas funcionales del paciente es de suma importancia cuando se considera una PTCodo. Aunque no hay recomendaciones de consenso publicadas para la actividad postoperatoria después de la PTCodo, muchos cirujanos recomiendan restricciones de la actividad postoperatoria de por vida para disminuir el desgaste y el fracaso del implante. Estas restricciones generalmente incluyen no levantar nada que pese más de 1 kg o levantar repetidamente más de medio kilo. Sin embargo, un estudio que evaluó el cumplimiento de los pacientes con las restricciones de actividad después de la PTCodo encontró que el 94% de los pacientes participaron en actividades de demanda moderada (más comúnmente llevar compras y jardinería) y el 40% de los pacientes participaron en actividades de alta demanda (más comúnmente usar herramientas de albañilería y colocar equipaje en un compartimento superior)⁽⁶⁴⁾. El género masculino y los pacientes que se sometieron a PTCodo por fractura/pseudoartrosis fueron factores de riesgo para participar en actividades de alta demanda. Otros factores que se han asociado con un mayor riesgo de aflojamiento incluyen una edad más joven, obesidad, deformidad preoperatoria y anquilosis⁽⁶⁵⁾.

Si se está considerando una PTCodo, se requiere una evaluación cuidadosa de la estabilidad del codo y la integridad de los ligamentos, la reserva ósea y la función muscular periarticular. Pero a la hora de plantearnos una cirugía de fractura distal de húmero con PTCodo tenemos que valorar, como nos comunica Harmer *et al.*⁽⁶⁶⁾, factores dependientes de la fractura, como son: conminución irreductible, que no se pueda conseguir una osteosíntesis estable o que estemos ante un hueso muy osteoporótico.



Figura 3. Tratamiento de una fractura de tipo 13C3 de AO con prótesis total de codo, en una mujer de 62 años con una osteoporosis avanzada.

También se debe valorar la edad fisiológica y la demanda funcional del paciente.

En consonancia con lo anterior, nosotros creemos que en la selección de la fractura que se va a intervenir con PTCodo es importante el uso de la tomografía computarizada para valorar y clasificar el tipo de fractura que tratar, porque si nos quedásemos con un estudio de radiología convencional difícilmente podríamos clasificar la fractura en el sistema AO (**Figura 3**). Todos los estudios incluidos para el tratamiento de fracturas de húmero distal mayoritariamente son fracturas de tipo C, pero en algunos casos A y B, por lo que nosotros adoptamos un protocolo propuesto por la Clínica Mayo para dicho tratamiento (**Figura 2**)⁽⁶⁷⁾, siendo muchas veces la decisión de emplear una PTCodo como tratamiento intraoperatoria. Mayoritariamente son fracturas cerradas, pero la existencia de fracturas abiertas no es una contraindicación, incluso se comunican fracturas de tipo IIIB de Gustilo⁽⁶⁸⁾.

En cuanto a la existencia de pseudoartrosis como en el caso de la **Figura 4**, hemos adoptado un algoritmo para ayudar en las decisiones de tratamiento relacionadas con



Figura 4. Tratamiento de una pseudoartrosis de húmero distal tratada con placas en paciente con fractura ipsilateral humeral alta. Gran pérdida ósea y nula viabilidad de los fragmentos.

la viabilidad de los fragmentos y la congruencia de la articulación. Si la restauración de la articulación es imposible, se emplea una PTCodo y los cirujanos deben sentirse cómodos tanto con la fijación como con el reemplazo. En general, como se ha comentado, el área supracondílea es la ubicación típica en la que se producen las malas uniones y las pseudoartrosis. Esto probablemente se deba al micromovimiento en los extremos de la fractura con poca área de contacto hueso con hueso y, en última instancia, a un fallo de la fijación. El área supracondílea debe comprimirse y mantenerse rígida para que cicatrice correctamente. La estrategia en las pseudoartrosis implica 4 principios clave: placas paralelas, acortamiento supracondíleo, autoinjerto de cresta ilíaca y liberación de la contractura. Los resultados después de este enfoque pueden lograr una alta tasa de unión con una función aceptable. De hecho, Donders *et al.* observaron la curación en 61/62 codos con esta estrategia, aunque el arco de movimiento se vio afectado con un arco promedio de 86⁽⁶⁹⁾. Ring *et al.* observaron la curación en 12 de 15 codos también, siendo la rigidez y los síntomas nerviosos las complicaciones más comunes⁽⁷⁰⁾. Como la rigidez es común dado el movimiento a través del sitio de la fractura en lugar de en la articulación, la liberación de la contractura es de suma importancia en el momento de la revisión. Además de un mejor movimiento, la liberación disminuye las fuerzas transmitidas al sitio de la fractura durante la curación.

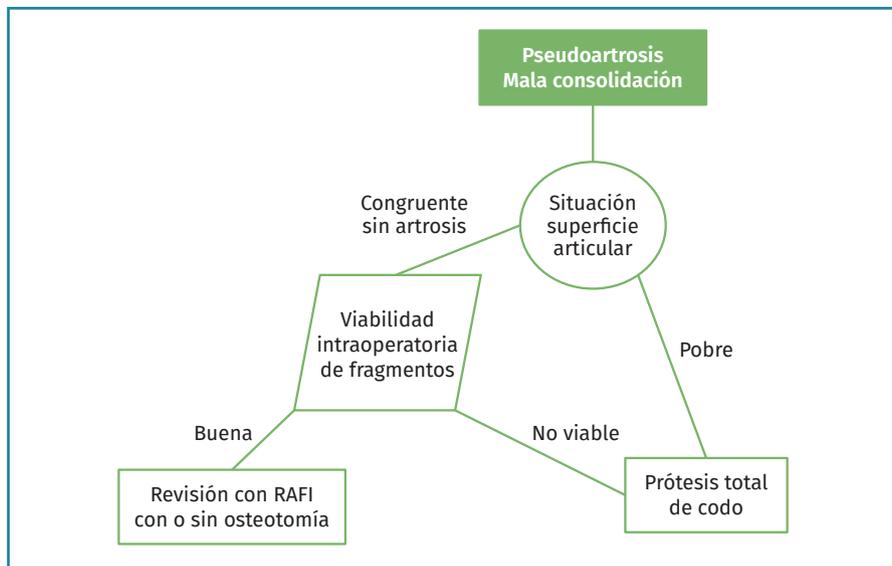


Figura 5. Algoritmo terapéutico tras fallo de osteosíntesis o tratamientos ortopédicos en las fracturas de húmero distal.

las pseudoartrosis y las malas uniones del húmero distal (Figura 5). En este algoritmo hay preguntas clave que deben responderse antes de realizar una revisión con RAFI versus PTCodo y se relacionan con la superficie articular,

En cuanto a la artrosis de codo postraumática, en un estudio de una serie de casos de artroplastia total de codo para la osteoartritis postraumática y la inestabilidad crónica⁽⁷¹⁾, los 18 pacientes, incluidos 12 con osteoartritis postraumática, tenían una edad media de 54 años (rango: 33 a 68 años) y un seguimiento medio de 2 años.

Los resultados clínicos fueron satisfactorios en 14 pacientes. Radiolucencias eran visibles, pero no se produjo aflojamiento en ninguno de los pacientes. Se desarrollaron complicaciones en 9 pacientes y requirieron cirugía de revisión 5 (por dehiscencia de la piel 1, infección 3 y desmontaje de la prótesis 1).

Entre 41 pacientes con una edad media de 57 años y un seguimiento medio de 5 años y

8 meses después de una artroplastia total de codo semi-constrañida por osteoartritis postraumática, el 73% tuvo poco o ningún dolor⁽⁷²⁾. El arco de movimiento mejoró de -40 a 118° en el preoperatorio a -27 a 131° en el postope-

ratorio. Se produjeron complicaciones en el 27% de los pacientes; se atribuyeron principalmente al desgaste mecánico relacionado con las actividades físicas y requirieron cirugía de revisión el 22% de los casos.

Throckmorton *et al.*⁽⁷³⁾ encontraron una tasa de complicaciones del 19% en 84 pacientes con osteoartritis postraumática tratados con artroplastia total semiconstruida de codo y luego seguidos durante una media de 9 años. Entre las complicaciones, el 75% ocurrieron en pacientes menores de 60 años de edad. La infección fue la principal causa de fracaso temprano, mientras que los fracasos tardíos se debieron a aflojamiento o fractura de los componentes. Entre los pacientes de 40 años o menos estudiados por Celli y Morrey⁽⁷⁴⁾, la tasa de complicaciones fue del 37% en el grupo con artrosis postraumática en comparación con el 11% en el grupo con AR. Precisarón revisión en 12 de 19 *versus* 7 de 30 casos en estos dos grupos, respectivamente.

Conclusión

La PTCodo puede proporcionar mejoras funcionales en la AR, fracturas agudas, secuelas de traumatismos y artrosis postraumática. Aunque la AR sigue siendo la indicación más común, la proporción de personas que se someten al procedimiento por indicaciones alternativas debido a fracturas complejas o secuelas postraumáticas ha aumentado. La supervivencia a largo plazo de la PTCodo parece satisfactoria en los casos de AR y fracturas; sin embargo, se requieren más investigaciones, dado que el nivel de evidencia de los estudios publicados es de III-IV.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación. Los autores declaran que este trabajo no ha sido financiado.

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Samdanis V, Manoharan G, Jordan RW, Watts AC, Jenkins P, Kulkarni R, et al. Indications and outcome in total el-

- bow arthroplasty: a systematic review. *Shoulder Elbow*. 2020;12(5):353-61.
2. Anglen J. Distal humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2005;13:291-7.
3. Cobb TK, Morrey BF. Total elbow arthroplasty as primary treatment for distal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:826-32.
4. Morrey BF. Fractures of the distal humerus: role of the elbow replacement. *Orthop Clin North Am*. 2000;31:145-54.
5. Robinson CM, Hill RMF, Jacobs N, Dall G, Court-Brown CM. Adult distal humerus metaphyseal fractures: epidemiology and results of treatment. *J Orthopaedic Trauma*. 2003;17:38-47.
6. Frankle MA, Herscovici D Jr, DiPasquale TG, Vasey MB, Sanders RW. A comparison of open reduction and internal fixation and primary total elbow arthroplasty in the treatment of intra-articular distal humerus fractures in women older than age 65. *J Orthop Trauma*. 2003;17:473-80.
7. Guitton TG, Zurakowski D, van Dijk NC, Ring D. Incidence and risk factors for the development of radiographic arthrosis after traumatic elbow injuries. *J Hand Surg Am*. 2010;35:1976-80.
8. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med*. 2009;151(4):264-9.
9. Pham TT, Delclaux S, Huguet S, Wargny M, Bonneville N, Mansat P. Coonrad-Morrey total elbow arthroplasty for patients with rheumatoid arthritis: 54 prostheses reviewed at 7 years' average follow-up (maximum, 16 years). *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(3):398-403.
10. Ibrahim EF, Rashid A, Thomas M. Linked semi constrained and unlinked total elbow replacement in juvenile idiopathic arthritis: a case comparison series with mean 11.7-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26:305-313.
11. Hänninen P, Niinimäki T, Flinkkilä T, Niinimäki J, Ohtonen P, Yli-Luukko S, Leppilähti J. Discovery Elbow System: clinical and radiological results after 2- to 10-year follow-up. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2017;27(7):901-7.
12. Sánchez-Sotelo J, Baghdadi YM, Morrey BF. Primary linked semi constrained total elbow arthroplasty for rheumatoid arthritis: a single-institution experience with 461 elbows over three decades. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98:1741-8.
13. Mukka S, Berg G, Hassany HR, Koye AK, Sjöden G, Sayed-Noor AS. Semiconstrained total elbow arthroplasty for rheumatoid arthritis patients: clinical and radiological results of 1-8 years follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015;135(5):595-600.
14. Ogino H, Ito H, Furu M, Ishikawa M, Yoshitomi H, Matsuda S. Outcome of shortened extra-small ulnar component in linked total elbow arthroplasty for patients with rheumatoid arthritis. *Mod Rheumatol*. 2015;25(6):849-53.
15. Baghdadi YM, Jacobson JA, Duquin TR, Larson DR, Morrey BF, Sanchez-Sotelo J. The outcome of total elbow arthroplasty in juvenile idiopathic arthritis (juvenile rheumatoid arthritis) patients. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(9):1374-80.
16. Prasad N, Dent C. Outcome of total elbow replacement for rheumatoid arthritis: single surgeon's series with Souter-

- Strathclyde and Coonrad–Morrey Prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19:376-83.
17. Lee KT, Singh S, Lai CH. Semi-constrained total elbow arthroplasty for the treatment of rheumatoid arthritis of the elbow. *Singapore Med J.* 2005;46:718-22.
 18. Gill DR, Morrey BF. The Coonrad–Morrey total elbow arthroplasty in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg.* 1998;80:1327-35.
 19. Chalidis B, Dimitriou C, Papadopoulos P, Petsatodis G, Giannoudis PV. Total elbow arthroplasty for the treatment of insufficient distal humeral fracture: a retrospective clinical study and review of the literature. *Injury.* 2009;40(6):582-90.
 20. Baksi DP, Pal AK, Baksi D. Prosthetic replacement of elbow for intercondylar fractures (recent or ununited) of humerus in the elderly. *Int Orthop.* 2011;35(8):1171-7.
 21. Antuna SA, Laakso RB, Barrera JL, Espiga X, Ferreres A. Linked total elbow arthroplasty as treatment of distal humerus fractures. *Acta Orthop Belg.* 2012;78(4):465-72.
 22. Ducrot G, Ehlinger M, Adam P, Di Marco A, Clavert P, Bonnommet F. Complex fractures of the distal humerus in the elderly: is primary total elbow arthroplasty a valid treatment alternative? A series of 20 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013;99(1):10-20.
 23. Mansat P, Nouaille Degorce H, Bonneville N, Demezon H, Fabre T; SOFCOT. Total elbow arthroplasty for acute distal humeral fractures in patients over 65 years old: results of a multicenter study in 87 patients. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013;99(7):779-84.
 24. Giannicola G, Scacchi M, Polimanti D, Cinotti G. Discovery elbow system: 2-to 5-year results in distal humerus fractures and posttraumatic conditions: a prospective study on 24 patients. *J Hand Surg Am.* 2014;39(9):1746-56.
 25. Linn MS, Gardner MJ, McAndrew CM, Gallagher B, Ricci WM. Is primary total elbow arthroplasty safe for the treatment of open intraarticular distal humerus fractures? *Injury.* 2014;45(11):1747-51.
 26. Sorensen BW, Brorson S, Olsen BS. Primary total elbow arthroplasty in complex fractures of the distal humerus. *World J Orthop.* 2014;5(3):368-72.
 27. Barco R, Streubel PN, Morrey BF, Sánchez-Sotelo J. Total elbow arthroplasty for distal humeral fractures: a ten-year- minimum follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(18):1524-31.
 28. Lami D, Chivot M, Caubere A, Galland A, Argenson JN. First line management of distal humerus fracture by total elbow arthroplasty in geriatric traumatology: results in a 21 patient series at a minimum 2-year follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103(6):891-7.
 29. Celli A. A new posterior triceps approach for total elbow arthroplasty in patients with osteoarthritis secondary to fracture: preliminary clinical experience. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25:223-31.
 30. Kodde IF, Van Riet RP, Eygendaal D. Semi constrained total elbow arthroplasty for posttraumatic arthritis or deformities of the elbow: a prospective study. *J Hand Surg.* 2013;38A:1377-82.
 31. Kho JY, Adams BD, O'Rourke H. Outcome of semiconstrained total elbow arthroplasty in posttraumatic conditions with analysis of bushing wear on stress radio- graphs. *Iowa Orthop J.* 2015;35:125-9.
 32. Pogliacomì F, Aliani D, Cavaciocchi M, Corradi M, Ceccarelli F, Rotini R. Total elbow arthroplasty in distal humeral nonunion: clinical and radiographic evaluation after a minimum follow-up of three years. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(12):1998-2007.
 33. Erşen A, Demirhan M, Atalar AC, Atıcı T, Kapıcıoğlu M. Is Coonrad–Morrey total elbow arthroplasty a viable option for treatment of distal humeral nonunions in the elderly? *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2015;49(4):354-60.
 34. Barthel PY, Mansat P, Sirveaux F, Dap F, Molé D, Dautel G. Is total elbow arthroplasty indicated in the treatment of traumatic sequelae? 19 cases of Coonrad–Morrey® reviewed at a mean follow-up of 5.2 years. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100(1):113-8.
 35. Prasad N, Dent C. Outcome of total elbow replacement for distal humeral fractures in the elderly: a comparison of primary surgery and surgery after failed internal fixation or conservative treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90:343-8.
 36. Schneeberger AG, Adams R, Morrey BF. Semi-constrained total elbow replacement for the treatment of post-traumatic osteoarthritis. *J Bone Joint Surg.* 1977;79:1211-22.
 37. Morrey BF, Adams RA, Bryan RS. Total replacement for post-traumatic arthritis of the elbow. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73:607-12.
 38. Na KT, Song SW, Lee YM, Choi JH. Modified triceps fascial tongue approach for primary total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2018;27(5):887-93.
 39. Frostick SP, Elsheitk AA, Mohammed AA, Wood A. Results of cementless total elbow arthroplasty using the Discovery elbow system at a mean follow-up of 61.8 months. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(8):1348-54.
 40. Mehta SS, Watts AC, Talwalkar SC, Birch A, Nuttall D, Trail IA. Early results of Latitude primary total elbow replacement with a minimum follow-up of 2 years. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(10):1867-72.
 41. Alizadehkhayat O, Al Mandhari A, Sinopidis C, Wood A, Frostick S. Total elbow arthroplasty: a prospective clinical outcome study of Discovery Elbow System with a 4-year mean follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(1):52-9.
 42. Kiran M, Jariwala A, Wigderowitz C. Medium term outcomes of primary and revision Coonrad–Morrey total elbow replacement. *Indian J Orthop.* 2015;49:233-8.
 43. Wagener ML, de Vos MJ, Hannink G, van der Pluijm M, Verdonchot N, Eygendaal D. Mid-term clinical results of a modern convertible total elbow arthroplasty. *Bone Joint J.* 2015;97-B(5):681-8.
 44. Large R, Tambe A, Cresswell T, Espag M, Clark DI. Medium-term clinical results of a linked total elbow replacement system. *Bone Joint J.* 2014;96-B(10):1359-65.
 45. Maheswari R, Vaziri S, Helm RH. Total elbow replacement with Coonrad–Morrey prosthesis: our medium to long-term results. *Ann R Coll Surg Engl.* 2012;94:189-92.

46. Hastings H, Lee DH, Pietrzak WS. A prospective multicentre clinical study of the Discovery elbow. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23:e95-e107.
47. Mansat P, Bonneville N, Rongièrès M, Mansat M, Bonneville P. Experience with the Coonrad-Morrey total elbow arthroplasty: 78 consecutive total elbow arthroplasties reviewed with an average 5 years of follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(11):1461-8.
48. Corradi M, Frattini M, Panno B, Tocco S, Pogliacomì F. Linked semi-constrained total elbow prosthesis in chronic arthritis: results of 18 cases. *Musculoskelet Surg.* 2010;94 Suppl 1:S11-23.
49. Celli A, Morrey BF. Total elbow arthroplasty in patients forty years of age or less. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:1414-8.
50. Shi LL, Zurakowski D, Jones DG, Koris MJ, Thornhill TS. Semi-constrained primary and revision total elbow arthroplasty with use of the Coonrad-Morrey prosthesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(7):1467-75.
51. Schneeberger AG, Meyer DC, Yian EH. Coonrad-Morrey total elbow replacement for primary and revision surgery: a 2- to 7.5-year follow-up study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:47-54.
52. Aldridge JM 3rd, Lightdale NR, Mallon WJ, Coonrad RW. Total elbow arthroplasty with the Coonrad/Coonrad-Morrey prosthesis. A 10- to 31-year survival analysis. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(4):509-14.
53. Hildebrand KA, Patterson SD, Regan WD, MacDermid JC, King GJ. Functional outcome of semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(10):1379-86.
54. Wright TW, Wong AM, Jaffe R. Functional outcome comparison of semi constrained and unconstrained total elbow arthroplasties. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000;9:524-31.
55. Schoch BS, Werthel JD, Sánchez-Sotelo J, Morrey BF, Morrey M. Total elbow arthroplasty for primary osteoarthritis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(8):1355-9.
56. Sánchez-Sotelo J. Total elbow arthroplasty. *Open Orthop J.* 2011;5:115-23.
57. Sánchez-Sotelo J, Baghdadi YM, Morrey BF. Primary linked semiconstrained total elbow arthroplasty for rheumatoid arthritis: a single-institution experience with 461 elbows over three decades. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(20):1741-8.
58. Macken AA, Prkic A, Kodde IF, Lans J, Chen NC, Eygendaal D. Global trends in indications for total elbow arthroplasty: a systematic review of national registries. *EFORT Open Rev.* 2020;5(4):215-20.
59. Poff CB, Kothandaraman V, Kunkle BF, Friedman RJ, Eichinger JK. Trends in Total Elbow Arthroplasty Utilization in the United States from 2002-2017. *JSES; 2021. Seminars in Arthroplasty.*
60. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (AOANJRR). Demographics and outcome of elbow and wrist arthroplasty: supplementary report. En: *Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2020 Annual Report.* Adelaide: AOA; 2020. pp. 1-31.
61. Norwegian national advisory unit on arthroplasty and hip fractures. *Norwegian arthroplasty registry: 2020 report.* pp. 137-42.
62. UK National Joint Registry. *National Joint Registry: 17th Annual Report; 2020.* pp. 206-25.
63. Dutch Arthroplasty Register (LROI). *Online LROI Annual Report 2019.* pp. 125-34.
64. Barlow JD, Morrey BF, O'Driscoll SW, Steinmann SP, Sanchez-Sotelo J. Activities after total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(6):787-91.
65. Griffin JW, Werner BC, Gwathmey FW, Chhabra AB. Obesity is associated with increased postoperative complications after total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(10):1594-601.
66. Harmer LS, Sánchez-Sotelo J. Total elbow arthroplasty for distal humerus fractures. *Hand Clin.* 2015;31(4):605-14.
67. Morrey ME, Morrey BF, Sánchez-Sotelo J, Barlow JD, O'Driscoll S. A review of the surgical management of distal humerus fractures and nonunions: From fixation to arthroplasty. *J Clin Orthop Trauma.* 2021;20:101477.
68. Cibula Z, Hrubina M, Kiss J, Melisik M, Necas L. Complex open elbow fracture Gustilo-Anderson type IIIB treated with the primary elbow arthroplasty: A case report. *Chin J Traumatol.* 2021;24(2):120-4.
69. Donders JCE, Lorch DG, Helfet DL, Kloen P. *Surgical Technique: Treatment of Distal Humerus Nonunions.* *HSS J.* 2017;13(3):282-91.
70. Ring D, Gulotta L, Jupiter JB. Unstable nonunions of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85(6):1040e1046.
71. Mansat P, Chantelot C, Martinel V. Résultats des prothèses totales de coude dans les arthroses posttraumatiques et les instabilités chroniques. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2005;91(Supl 5).
72. Schneeberger AG, Adams R, Morrey BF. Semi-constrained total elbow replacement for the treatment of posttraumatic osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:1211-22.
73. Throckmorton T, Zarkadas P, Sánchez-Sotelo J, Morrey B. Failure patterns after linked semi-constrained total elbow arthroplasty for post-traumatic arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:1432-41.
74. Celli A, Morrey BF. Total elbow arthroplasty in patients forty years of age or less. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:1414-8.