



## Artigo original

# Artroplastia de ulna distal no manejo dos pacientes com distúrbios pós-traumáticos da articulação radioulnar distal: mensuração da qualidade de vida<sup>☆</sup>



Marcio Aurélio Aita, Daniel Schneider Ibanez\*, Gabriel Cunha Barbosa Saheb e Rafael Saleme Alves

Faculdade de Medicina do ABC (FMABC), Santo André, SP, Brasil

### INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

#### Histórico do artigo:

Recebido em 1 de outubro de 2014

Aceito em 21 de outubro de 2014

On-line em 12 de junho de 2015

#### Palavras-chave:

Artroplastia  
Fraturas do rádio  
Fraturas da ulna  
Prótese articular

### R E S U M O

**Objetivo:** Mensurar a qualidade de vida e os resultados clínico-funcionais dos pacientes com diagnóstico de osteoartrose da radioulnar distal submetidos ao tratamento cirúrgico pela técnica de artroplastia total da ulna com a prótese total ou parcial Ascension® da ulna distal.

**Métodos:** Foram avaliados 10 pacientes com 12 meses de seguimento de artroplastia total ou parcial de ulna distal. Todos apresentavam osteoartrose pós-traumática e ou instabilidade crônica e sintomática da articulação radioulnar distal. O estudo foi prospectivo. Sete pacientes tinham procedimentos prévios no punho (2-darrach, 3-Sauvé-kapandji, 2-reconstruções ligamentares do complexo da fibrocartilagem) e três apresentaram fraturas da ulna distal que evoluíram com dor, instabilidade e osteoartrose da radioulnar distal. Foram analisados a qualidade de vida (DASH), a porcentagem do grau de força de preensão palmar (kgf) e o arco de movimento de pronossupinação em relação ao lado não afetado, a dor (VAS), o retorno ao trabalho e a avaliação subjetiva da radiografia e das complicações.

**Resultados:** Os pacientes apresentaram, em média, o arco de movimento de 174,5° e o lado normal 180°. A qualidade de vida foi analisada pela aplicação do questionário DASH e o valor médio encontrado foi 5,9. A avaliação da dor, com o uso da escala VAS, foi de 2,3, em média. O grau de força de preensão palmar (kgf) foi de 50,7, em média, o que representa 90,7% da força do lado não acometido. A taxa de complicações foi de 10%. Esse paciente apresentou discreta instabilidade dorsal da ulna, dor persistente e não retornou ao trabalho. Esse paciente segue no ambulatório e no setor de terapia ocupacional, com pouca melhoria. Não deseja fazer novo procedimento. O tempo de seguimento, em média, foi de 16,8 meses, com mínimo de 10 e máximo de 36 meses.

<sup>☆</sup> Trabalho feito no Setor de Mão, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina do ABC (FMABC), Santo André, SP, Brasil.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [drdanielsi@hotmail.com](mailto:drdanielsi@hotmail.com) (D.S. Ibanez).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2015.04.010>

0102-3616/© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

**Conclusão:** Esse conceito está a teste do tempo. A implantação de uma prótese é uma adição muito interessante ao arsenal cirúrgico para aqueles que são especializados em cirurgia da mão. A artroplastia de ulna distal é um método seguro, eficaz, com melhoria clínico-funcional e da qualidade de vida dos pacientes e apresenta baixo índice de complicações

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

## Arthroplasty of the distal ulna in managing patients with post-traumatic disorders of the distal radioulnar joint: measurement of quality of life

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Arthroplasty  
Fractures of the radius  
Fractures of the ulna  
Joint prosthesis

**Objective:** To measure the quality of life and clinical-functional results from patients diagnosed with osteoarthritis of the distal radioulnar joint who underwent surgical treatment using the technique of total arthroplasty of the ulna, with a total or partial Ascension® prosthesis of the distal ulna.

**Methods:** Ten patients were evaluated after 12 months of follow-up subsequent to total or partial arthroplasty of the distal ulna. All of them presented post-traumatic osteoarthritis and/or chronic symptomatic instability of the distal radioulnar joint. The study was prospective. Seven patients had previously undergone wrist procedures (two cases with Darrach, three with Sauvé-Kapandji and two with ligament reconstruction of the fibrocartilage complex) and three presented fractures of the distal ulna that evolved with pain, instability and osteoarthritis of the distal radioulnar joint. The following were assessed: quality of life (DASH scale); percentage degree of palm grip strength (kgf) and pronosupination range of motion in relation to the unaffected side; pain (VAS); return to work; subjective evaluation of radiography; and complications.

**Results:** The patients presented a mean range of motion of 174.5° (normal side: 180°). Quality of life was analyzed by applying the DASH questionnaire and the mean value found was 5.9. The mean pain score using the VAS was 2.3. The mean degree of palm grip strength (kgf) was 50.7, which represented 90.7% of the strength on the unaffected side. The complication rate was 10%: this patient presented slight dorsal instability of the ulna and persistent pain, and did not return to work. This patient is still being followed up in the outpatient clinic and occupational therapy sector, with little improvement. He does not wish to undergo a new procedure. The mean length of follow-up was 16.8 months, with a minimum of 10 and maximum of 36 months.

**Conclusion:** This concept is subject to the test of time. Implantation of a prosthesis is a very interesting addition to the surgical arsenal for those who are specialists in hand surgery. Arthroplasty of the distal ulna is a safe and effective method with clinical-functional and quality-of-life improvements for patients and presents a low complication rate.

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

## Introdução

As fraturas de porção distal de rádio e ulna, as lesões ligamentares do complexo da fibrocartilagem triangular, as fraturas de Essex-Lopresti e a osteoartrose degenerativa por artrite reumatoide são as principais causas primárias de desarranjo da articulação radioulnar distal. A integridade dessa é o ponto crítico para manter a estabilidade e a funcionalidade do punho e do antebraço. Instabilidades crônicas e a osteoartrose levam a dor e à diminuição da pronosupinação, da força de preensão e das atividades de vida diárias.<sup>1</sup>

Para a abordagem cirúrgica da complicação (osteoartrose e/ou instabilidades crônicas) dessa articulação<sup>2</sup> existem diversos métodos cirúrgicos de salvamento conhecidos, tais como Sauvé e Kapandji,<sup>3</sup> Darrach<sup>4</sup> e Bowers.<sup>5</sup> Têm como limitações também a instabilidade da radioulnar distal, o impacto da ulna sobre o rádio e, por consequência, a dor residual nesse punho.

Na busca da integridade da articulação radioulnar distal, que preenche mecanicamente a relação dos ossos do antebraço em toda a sua extensão, bem como da reinserção dos principais estabilizadores ligamentares dessa articulação, que permitem a pronosupinação e a transmissão de carga

pela coluna ulnar do punho,<sup>6-10</sup> foram desenvolvidas as próteses de ulna distal.<sup>2</sup>

Porém, essa técnica não tem popularidade em nosso meio e não há artigo na literatura nacional descrito. Por esses motivos decidimos fazer este estudo, com o uso da artroplastia de ulna distal no tratamento das complicações da articulação radioulnar distal.

O objetivo foi mensurar a qualidade de vida e os resultados clínico-funcionais do paciente com diagnóstico de osteoartrite da radioulnar distal, submetido ao tratamento cirúrgico pela técnica de artroplastia total da ulna com a prótese total ou parcial da cabeça da ulna Ascension®.

## Material e métodos

De janeiro de 2012 a julho de 2014 foram avaliados 10 pacientes (tabela 1), atendidos nos ambulatórios do setor de mão da nossa instituição, todos com diagnóstico de osteoartrite pós-traumática e ou instabilidade da radioulnar distal, que foram incluídos no estudo e submetidos ao exame físico, às radiografias simples posteroanterior (PA), de perfil (P) e à incidência de Lees e Schecker,<sup>11</sup> para avaliar o impacto radial da ulna nos pacientes com procedimentos prévios de Darrach e Sauvé-Kapandji, e ressonância magnética do punho nas ponderações T1 e T2.

Os critérios de inclusão estabelecidos foram os pacientes adultos de 18 a 65 anos, ambos os sexos, com diagnóstico clínico e por imagem e que preencheram o Termo de Consentimento Voluntário, Livre e Esclarecido e o protocolo de conflito de interesses, conforme Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE - 12759113.7.0000.0082).

Os critérios de exclusão foram os pacientes com instabilidade da radioulnar distal sem osteoartrite ou, ainda, que abandonaram o tratamento em qualquer etapa.

A avaliação funcional foi feita por profissionais do Setor de Terapia Ocupacional de Mão.

A mensuração clínico-funcional foi executada pela medida (em graus) dos arcos de movimento (ADM) de pronosupinação do punho com goniômetro único e específico. A análise clínica da dor foi feita com a escala VAS (Visual Analogue Scale) de um até 10, para a avaliação subjetiva.

A avaliação da qualidade de vida foi pelo questionário DASH, que é o instrumento validado para o membro superior, e, também, pelo retorno, ou não, ao trabalho.

A avaliação radiográfica do punho pós-operatória foi feita seriadamente, às consultas ambulatoriais, para checar o posicionamento da prótese. A taxa de complicações foi analisada durante todo o seguimento.

As próteses de ulna distal usadas foram a First Choice Ascension® (parcial) e a MUH (Modular Ulnar Head) Ascension® (total). Ambas são endopróteses modulares que consistem de uma cabeça, com forma de uma semiesfera (total ou parcial), confeccionada em cromo-cobalto, conectada por um colo, também em cromo-cobalto, com orifícios específicos no seu componente distal. Essa se encaixa na porção proximal, uma haste intramedular recoberta por titânio puro, no sistema *press-fit*, que se acomoda na diáfise da ulna. Existem vários tamanhos de cabeça, colo e haste que podem se combinar entre si, de acordo com o tamanho da ulna do paciente.

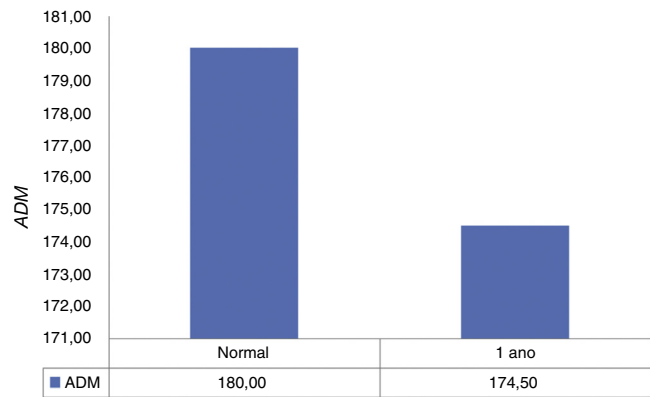


Figura 1 – Comparação da variável ADM (arco de movimento) pré e pós-operatório.

A cabeça tem os orifícios para passagem do fio de sutura do complexo da fibrocartilagem triangular.

Descrição da técnica cirúrgica

1. Preparo habitual e ortopédico do paciente, na posição supina.
2. A via de acesso é dorsal e arciforme no punho, sob a articulação radioulnar distal, contorna a cabeça da ulna, de aproximadamente 7cm.
3. Dissecção de todos os planos, sob o V túnel extensor.
4. Abertura da cápsula dorsal e artrotomia da radioulnar distal.
5. Faz-se a artroplastia de substituição com a retirada da cabeça da ulna (total ou parcial), com o uso de micro Serra específica.
6. Colocação do componente distal e proximal após mensuração com guias e fresas específicas, com auxílio da radioscopia.
7. Reinserção do complexo da fibrocartilagem triangular na prótese distal.
8. Revisão da hemostasia, limpeza local e sutura por planos, inclusive da cápsula dorsal e da bainha do extensor ulnar do carpo sob a prótese
9. Sutura da retináculo dos extensores, do tecido celular subcutâneo e da pele.
10. Soltura de garrote e confecção de curativo.

Após o procedimento, os pacientes permaneceram imobilizados com tala gessada axilopalmar por até seis semanas. Posteriormente, fez-se a reabilitação no setor de terapia ocupacional desta instituição, com protocolo específico já estabelecido.

## Resultados

Os pacientes apresentaram, em média, o arco de movimento de 174,5° e o lado normal 180° (fig. 1).

A qualidade de vida foi analisada pela aplicação do questionário DASH, que varia de 1 a 100, e o valor médio encontrado foi de 5,9.

A avaliação da dor, com o uso da escala VAS, (fig. 2), foi de 2,3, em média.

**Tabela 1 – Aspectos clínico-epidemiológicos**

Identificação	Idade	seguimento (meses)	Retorno ao trabalho	Complicações	Motivo
I	26	36	Antes de 6 meses	Não	Fratura complexa
II	59	24	Antes de 12 meses	Não	Impacto pós Sauvé-Kapandji
III	41	12	Não	Sim. Dor e instabilidade	Lesão ligamentar
IV	60	10	Antes de 6 meses	Não	Impacto pós-Darrach
V	64	12	Antes de 12 meses	Não	Fratura complexa
VI	60	14	Antes de 12 meses	Não	Impacto pós-Darrach
VII	56	18	Antes de 6 meses	Não	Impacto pós-Sauvé-Kapandji
VIII	48	15	Antes de 12 meses	Não	Impacto pós-Sauvé-Kapandji
IX	55	13	Antes de 12 meses	Não	Lesão ligamentar
X	34	14	Antes de 12 meses	Não	Fratura complexa

Fonte: Arquivos do serviço.

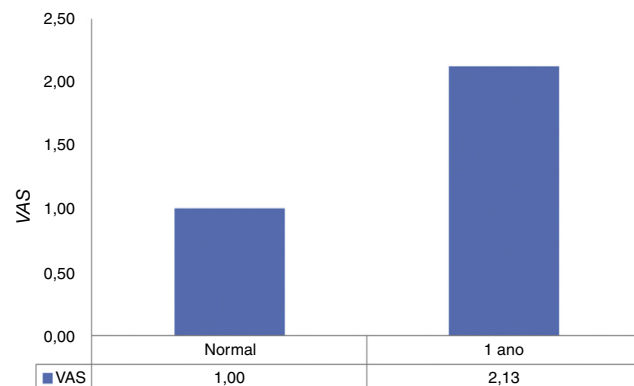
O grau de força de prensão palmar (kgf) foi de 50,7, em média. Representou 90,7% da força do lado não acometido.

A taxa de complicações foi de 10%. Esse paciente apresentou discreta instabilidade dorsal da ulna, dor persistente e não retornou ao trabalho. Esse paciente segue no ambulatório e no setor de terapia ocupacional, com pouca melhoria. Não deseja fazer novo procedimento (figs. 3-5).

O tempo de seguimento, em média, foi de 16,8 meses, com mínimo de 10 e máximo de 36 meses.

#### Análise estatística

Nas ‘análises estatísticas’, adotamos o nível de significância de 5% (0,050) para a aplicação dos testes estatísticos, ou seja: quando o valor da significância calculada (p) for menor do que 5% (0,050), encontramos uma “diferença estatisticamente significativa” (no caso de “comparações”) e uma “relação estatisticamente significativa” (no caso de ‘relacionamentos’), isto é, encontramos uma “efetiva diferença” (no caso de ‘comparações’) e uma “relação forte” (no caso de ‘relacionamentos’), respectivamente; e quando o valor da significância calculada (p) for igual ou maior do que 5% (0,050), encontramos uma “diferença estatisticamente não –significativa” (no caso de “comparações”) e uma “relação estatisticamente não –significativa” (no caso de “relacionamentos”), isto é, encontramos uma “semelhança” (no caso de “comparações”) e uma “relação fraca” (no caso de “relacionamentos”), respectivamente. Usamos a planilha eletrônica MS-Excel, em sua versão

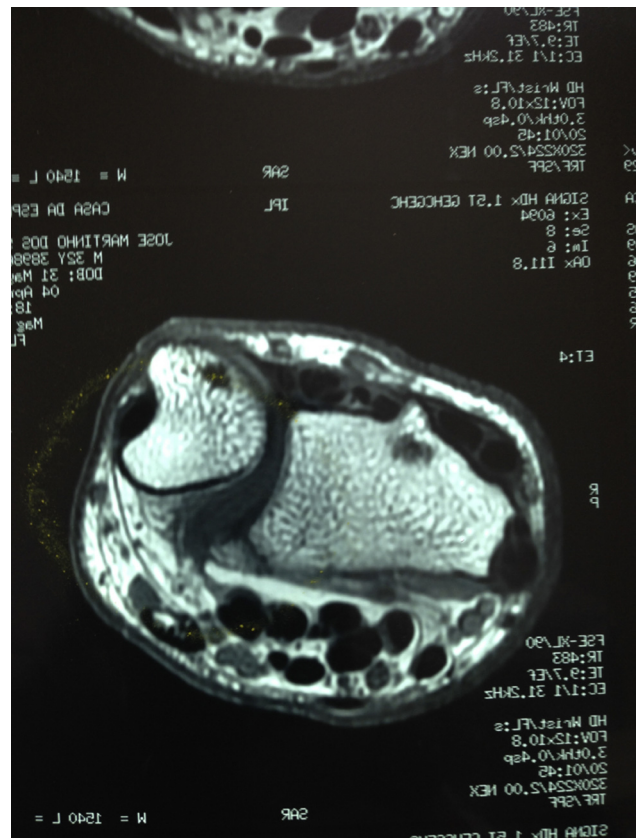


**Figura 2 – Comparação da variável VAS (Visual Analogue Score) pré e pós-operatório.**

do MS-Office 2010, para a organização dos dados e o pacote estatístico IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences), em sua versão 22.0, para a obtenção dos resultados.

Aplicação do Teste dos Postos Sinalizados de Wilcoxon, com o intuito de verificarmos possíveis diferenças entre ambos os momentos de observação (tabela 2), para cada variável de interesse.

Houve resultados semelhantes em todas as variáveis analisadas e mostraram que o lado operado ficou semelhante ao lado normal.



**Figura 3 – Imagem de ressonância magnética do paciente III, corte axial que mostra a incongruência articular da radioulnar distal mesmo após a reconstrução ligamentar.**

**Tabela 2 – Comparação das variáveis de interesse nos momentos de observação pré e pós-operatório**

Par de variáveis	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Percentil 25	Percentil 50 (Mediana)	Percentil 75	Sig. (p)
ADM normal	10	180,00	0,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	0,068
ADM 1 ano	10	174,50	7,15	160,00	180,00	170,50	177,00	180,00	
DASH normal	10	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,068
DASH 1 ano	10	5,9	14,32	1	35	30,00	33,00	40,50	
VAS normal	10	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,066
VAS 1 ano	10	2,13	1,46	1,00	5,00	1,00	1,50	3,00	
Força normal	10	56,1	5,28	1,9	10,1	1,9	5,5	5,9	
Força 1 ano	10	50,7	5,44	1,7	10,7	2,7	5,3	8,0	0,058

Fonte: Arquivos do serviço.

## Discussão

A artroplastia da ulna distal não é um procedimento unânime em nosso meio e não há artigos nacionais publicados até o momento. No entanto, na busca da estabilização da articulação radioulnar distal, principalmente após procedimentos de salvamento,<sup>2-5</sup> que melhoram a pronossupinação, porém levam ao impacto radial da ulna sintomático<sup>1</sup> e ainda mantêm a articulação radioulnar instável, aplicamos a prótese de ulna distal para tentar resolver essas complicações.

Estudos biomecânicos apresentaram evidência estatística significativa favorável para a estabilidade, diminuição do impacto radial, recuperação da pronossupinação, no grupo da

prótese, comparado com outras técnicas de salvamento citadas acima.<sup>8,12</sup>

Quando comparamos os resultados de nosso estudo com outras séries de casos, que aplicaram o procedimento de Sauvé e Kapandji *apud* Carter e Stuart<sup>13</sup> para os distúrbios da radioulnar distal, observamos melhor recuperação do arco de movimento (174,5 *versus* 172) e menor índice de complicações (10% *versus* 33,5%) em nossa presente série.

Van Schoonhoven et al.<sup>14</sup> publicaram um estudo multicêntrico, com resultados em longo prazo (41 meses de seguimento) de 23 pacientes, tratados com a prótese Herbert UHP®. Todos os pacientes apresentaram estabilidade da radioulnar distal, nenhum paciente foi reoperado e a escala



Figura 4 – Aspecto radiográfico em posição perfil do punho, sexto mês de pós-operatório, que mostrando a subluxação dorsal da prótese da ulna distal (paciente III).



Figura 5 – Aspecto radiográfico em posição anteroposterior do punho, sexto mês de pós-operatório, que mostra a prótese da ulna distal alinhada e sem sinais de soltura ou remodelação (paciente III).

VAS para mensurar a dor foi de 2,2. Arco de movimento de pronossupinação foi de 175°, a força de preensão palmar recuperou 81%, em relação ao lado não afetado. Todos os pacientes apresentaram absorção óssea na região mais proximal da haste (*stress shielding*) e uma remodelação da fossa sigmoide do rádio. Não houve solturas nem fraturas dos implantes e esses achados radiográficos não tiveram sintomatologia clínica. Nosso estudo apresentou um caso de instabilidade e dor residual na radioulnar distal, recuperação da força de 90%, VAS de 2,3 e arco de movimento de 174,5°. Não observamos ainda alteração radiográfica em nossos pacientes. Os resultados são semelhantes, mesmo com um tempo de seguimento menor, 16,8 versus 41 meses.

Ao comparar com estudos que usaram diferentes próteses totais, Yen Shipley et al.<sup>15</sup> apresentaram, em 2009, uma série de 22 punhos, em 20 pacientes, (14 UHPs® e 7 uHeads®) com seguimento de 53,4 meses. Dez pacientes apresentaram excelente e bons resultados, após tratamento de osteoartrose com prótese primária, sem procedimento prévio. Outros 12 pacientes, submetidos a outros tratamentos previamente à prótese, obtiveram 75% de bons e excelentes resultados. As taxas de complicações foram de 13% (três pacientes), dois evoluíram com subluxação dorsal e foram tratados com reconstruções ligamentares posteriormente. Um paciente apresentou fratura da diáfise da ulna pós-traumática. Estes três pacientes evoluíram com bons e excelentes resultados também. Apresentamos 10% de taxa de complicações, que é um paciente com instabilidade e subluxação dorsal da prótese e que ainda não foi resolvido,

Temos apenas um paciente com prótese parcial (II), que apresentou osteoartrose da ulna radial apenas, após lesão ligamentar crônica do complexo da fibrocartilagem triangular. Após 24 meses da artroplastia, obteve arco de movimento de 180°, VAS e DASH igual a 1 e recuperou 96% da força de preensão palmar. Garcia-Elias<sup>16</sup> fez um estudo com três pacientes com 11 meses de seguimento, usou a prótese parcial Eclipse®, confeccionada em pirocarbono, e até o momento os pacientes estão sem dor, levantam 4 kg de peso com o punho e não apresentaram instabilidade da radioulnar distal.

Outra série, publicada por Fernandez et al.,<sup>17</sup> apresentou 10 pacientes, com seguimento de 2,6 anos, todos tratados com uma prótese esférica e proximal à cabeça da ulna e à fossa sigmoide do rádio. Todos os pacientes apresentavam falha do procedimento de Sauvé-Kapandji e essa prótese é colocada na pseudartrose da ulna, sem remover sua cabeça, articulada com a região logo abaixo da fossa sigmoide do rádio e, superiormente, com a parte mais proximal da cabeça ulnar. A dor e o impacto radial da ulna melhoraram em todos os pacientes, o grau de força de preensão palmar recuperou de 27%, antes a cirurgia, para 55% em relação ao lado não afetado, no pós-cirúrgico. O arco de movimento recuperou totalmente em sete pacientes, parcial em dois e não melhorou em um. O retorno ao trabalho aconteceu em 90% dos pacientes. A taxa de complicação foi de 10%, em que o paciente persiste com dor e não recupera o movimento de pronossupinação. Nenhum paciente apresentou instabilidade da prótese. Em nosso meio é muito comum o uso da técnica de Sauvé-Kapandji e a literatura relata taxa de complicações de 13 a 39%. Essa prótese está bem indicada nesses casos, é estável e não altera a relação da ulna com o carpo.

Savvidou et al.<sup>18</sup> mostraram resultados, em longo prazo (cinco anos de seguimento), de 35 pacientes submetidos a artroplastia total da radioulnar distal com a Apts DRUJ®, prótese semiconstrita. Indicada no tratamento de falha de artroplastia primária, de patologias que acometem o sistema ligamentar de estabilização da radioulnar distal, como patologias congênitas, traumáticas, degenerativas e autoimunes. Essa prótese apresenta, além dos componentes proximal e distal da ulna, o componente do rádio, que recobre a sua fossa sigmoide. Funciona como uma prótese bipolar, usadas nas patologias do quadril. A maioria dos pacientes apresentou arco de movimento funcional de pronossupinação, recuperou a força de preensão palmar e consegue fazer suas atividades diárias (AVDs) de maneira satisfatória, sem dor. Doze pacientes apresentavam complicações antes da cirurgia. Dentre essas, tendinopatias e insuficiência do extensor ulnar do carpo, ossificação heterotópica, reabsorção óssea com soltura da prótese primária e infecção. O Apts DRUJ® total se mostrou uma opção segura, promove melhoria da pronossupinação, força de preensão palmar e retorno às atividades de vida diária. Este estudo mostra soluções para a falha da artroplastia primária de ulna distal.

## Conclusão

Esse conceito está a teste do tempo. A implantação de uma prótese é uma adição muito interessante ao arsenal cirúrgico para aqueles que são especializados em cirurgia da mão. A artroplastia de ulna distal é um método seguro, eficaz, com melhoria clínico-funcional e da qualidade de vida dos pacientes e apresenta baixo índice de complicações.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## REFERÊNCIAS

1. Willis AA, Berger RA, Cooney WP 3rd. Arthroplasty of the distal radioulnar joint using a new ulnar head endoprosthesis: preliminary report. *J Hand Surg Am.* 2007;32(2):177-89.
2. Gordon KD, Dunning CE, Johnson JA, King GJ. Kinematics of ulnar head arthroplasty. *J Hand Surg Br.* 2003;28(6):551-8.
3. Sauve L, Kapandji M. Nouvelle technique de traitement chirurgical des luxations récidivantes isolées de l'extrémité inférieure du cubitus. *J Chir.* 1936;47:589.
4. Darrach W. Anterior dislocation of the head of the ulna. *Ann Surg.* 1912;56:802-3.
5. Bowers WH. Distal radioulnar joint arthroplasty. *Current concepts. Clin Orthop Relat Res.* 1992;275:104-9.
6. Rotsaert P, Cermak K, Vancabeke M. Case report: revision of failed Sauvé-Kapandji procedure with an ulnar head prosthesis. *Chir Main.* 2008;27(1):47-9.
7. De Smet L, Peeters T. Salvage of failed Sauvé-Kapandji procedure with an ulnar head prosthesis: report of three cases. *J Hand Surg Br.* 2003;28(3):271-3.
8. Palmer AK, Werner FW. Biomechanics of the distal radioulnar joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;187:26-35.

9. Sauerbier M, Fujita M, Hahn ME, Neale PG, Berger RA. The dynamic radioulnar convergence of the Darrach procedure and the ulnar head hemiresection interposition arthroplasty: a biomechanical study. *J Hand Surg Br.* 2002;27(4):307-16.
10. Masaoka S, Longworth SH, Werner FW, Short WH, Green JK. Biomechanical analysis of two ulnar head prostheses. *J Hand Surg Am.* 2002;27(5):845-53.
11. Lees VC, Scheker LR. The radiological demonstration of dynamic ulnar impingement. *J Hand Surg Br.* 1997;22:448-50.
12. Sauerbier M, Arsalan-Werner A, Enderle E, Vetter M, Vonier D. Ulnar head replacement and related biomechanics. *J Wrist Surg.* 2013;2(1):27-32.
13. Carter PB, Stuart PR. The Sauve-Kapandji procedure for post-traumatic disorders of the distal radio-ulnar joint. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82(7):1013-8.
14. van Schoonhoven J, Mühlendorfer-Fodor M, Fernandez DL, Herbert TJ. Salvage of failed resection arthroplasties of the distal radioulnar joint using an ulnar head prosthesis: long-term results. *J Hand Surg Am.* 2012;37(7):1372-80.
15. Yen Shipley N, Dion GR, Bowers WH. Ulnar head implant arthroplasty: an intermediate term review of one surgeon's experience. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2009;13(3):160-4.
16. Garcia-Elias M. Eclipse: partial ulnar head replacement for the isolated distal radio-ulnar joint arthrosis. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2007;11(1):121-8.
17. Fernandez DL, Joneschild ES, Abella DM. Treatment of failed Sauvé-Kapandji procedures with a spherical ulnar head prosthesis. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;445:100-7.
18. Savvidou C, Murphy E, Mailhot E, Jacob S, Scheker LR. Semiconstrained distal radioulnar joint prosthesis. *J Wrist Surg.* 2013;2(1):41-8.