

## O úmero distal e suas vertentes do tratamento de fraturas em adultos

The distal humerus and its aspects in the treatment of fractures in adults

El húmero distal y sus aspectos en el tratamiento de las fracturas en adultos

Larissa Gabrieli Rubim<sup>1</sup>, Tiago Abrão Querino dos Santos<sup>1</sup>, Saulo Augusto Goulart de Souza<sup>2</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Fraturas de úmero distal ocorrem de 2 a 6% das fraturas em geral e em até 30% das fraturas de cotovelo em adultos, com alto potencial de complicações devido à comprometimento neurovascular e rigidez articular, somado à dificuldade técnica de abordagem e fixação com placas. A fim de revisar as formas de manejo e conduta em fraturas articulares de úmero distal, e analisar então as vantagens e desvantagens de diferentes técnicas de redução aberta e fixação. **Revisão bibliográfica:** Foram identificadas formas de abordagem aberta e redução fixação de tais fraturas, ao qual os autores discorrem sobre abordagem para tricpital e trans olecraniana, em que a redução fixação varia entre a fixação com placas em posição ortogonal e paralela. A comparação de eficácia variou desde estudos biomecânicos com modelos artificiais até estudos clínicos, com variedade de resultados a curto e longo prazo. **Considerações finais:** Há evidências de que a abordagem trans olecraniana proporciona melhor exposição, apesar de maiores complicações a curto prazo, somado a melhor eficácia biomecânica de placas em posição paralela, contudo a experiência profissional é um fator diferencial e importante quando se planeja tal abordagem.

**Palavras-chave:** Fratura umeral, Fratura intra articular, Articulação do cotovelo, Adulto.

### ABSTRACT

**Objective:** Distal humerus fractures occur in 2 to 6% of fractures in general and in up to 30% of elbow fractures in adults, with a high potential for complications due to neurovascular compromise and joint stiffness, in addition to the technical difficulty of approach and fixation with plates. In order to review the forms of management and conduct in distal humerus joint fractures, and then analyze the advantages and disadvantages of different open reduction and fixation techniques. **Bibliographic review:** We identified ways of open approach and reduction fixation of such fractures, to which the authors discuss the approach to triceps and trans olecranon, in which the reduction fixation varies between fixation with plates in orthogonal and parallel positions. Efficacy comparisons ranged from biomechanical studies with artificial models to clinical studies, with a variety of short- and long-term outcomes. **Final considerations:** There is evidence that the trans olecranon approach provides better exposure, despite greater short-term complications, in addition to better biomechanical efficacy of plates in parallel position, however professional experience is a differentiating and important factor when planning such an approach.

**Keywords:** Humeral fracture, Intra-articular fracture, Elbow joint, Adult.

### RESUMEN

**Objetivo:** Las fracturas de húmero distal ocurren en un 2 a 6% de las fracturas en general y hasta en un 30% de las fracturas de codo en adultos, con un alto potencial de complicaciones por compromiso neurovascular

<sup>1</sup> Santa Casa de Misericórdia de Franca, Franca - SP.

<sup>2</sup> Universidade de Franca, Franca - SP.

y rigidez articular, además de la dificultad técnica de abordaje y fijación con placas. Con el fin de revisar el manejo y conducta de las fracturas de la articulación del húmero distal, para luego analizar las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas abiertas de reducción y fijación. **Revisión bibliográfica:** Se identificaron el abordaje abierto y la fijación de reducción de este tipo de fracturas, a lo que los autores discuten el abordaje de tríceps y trans olecraneano, en el que la fijación de reducción varía entre la fijación con placas en posiciones ortogonales y paralelas. Las comparaciones de eficacia variaron desde estudios biomecánicos con modelos artificiales hasta estudios clínicos, con una variedad de resultados a corto y largo plazo. **Consideraciones finales:** Existe evidencia de que el abordaje trans olecraneano proporciona una mejor exposición, a pesar de mayores complicaciones a corto plazo, además de la mejor eficacia biomecánica de las placas en posición paralela, sin embargo, la experiencia profesional es un factor diferenciador e importante a la hora de planificar dicho abordaje.

**Palabras clave:** Fractura humeral, Fractura intraarticular, Articulación del codo, Adulto.

## INTRODUÇÃO

O úmero é o maior e mais longo osso que compõe a estrutura do membro superior (MMSS), se articula proximalmente com a cavidade glenóide originando os movimentos do ombro e distalmente ao rádio e ulna. Anatomicamente a articulação do cotovelo é complexa, ao qual denotam características próprias para a porção distal do úmero que influenciam drasticamente na abordagem de fraturas e soma-se à importância da funcionalidade do braço e antebraço nas atividades cotidianas dos indivíduos (HEBERT SK, et al., 2017).

O úmero distal compõe a articulação do cotovelo e a estabilidade da mesma é conferida por um grupo ligamentar medial e outro lateral, o ligamento colateral medial que vai do epicôndilo medial à ulna é formado por um fascículo anterior, mais importante e resistente, que se insere na superfície medial do coronóide, um fascículo posterior que se insere na face medial proximal do olécrano, e um fascículo transversal que vai da porção anterior do rebordo da superfície articular da ulna em direção à parte posterior na base do olécrano, reforçando a cápsula articular na sua inserção. A amplitude de movimento normal do cotovelo vai de 0° de extensão até 140 a 150° de flexão, 75° de pronação e 85° de supinação, partindo da rotação zero (HEBERT SK, et al., 2017).

A amplitude de flexão-extensão, entre 30 e 130°, e 50° tanto em pronação quanto supinação, proporciona função satisfatória para a maioria das atividades diárias. Com o cotovelo em extensão, o antebraço forma um ângulo em valgo com o braço, que é aumentado com o antebraço em supinação. Esse ângulo é chamado de “carregamento” e tem valor médio normal de 15°, variando de 0 a 26°. Tal variedade de movimentação proporciona funcionalidade para realização de atividades do dia-a-dia, o que caracteriza a importância de tal articulação e a necessidade de terapêutica adequada (HEBERT SK, et al., 2017; GIOSTRI GS, 2011).

Fraturas de úmero distal ocorrem em 2 a 6% das fraturas em geral e 30% das fraturas de cotovelo em adultos, ademais quando desviadas apresentam elevado risco de comprometimento da artéria braquial, nervo mediano e/ou radial, visto seus caminhos em relação íntima à articulação. O quadro geralmente cursa com dor e edema localmente associado com limitação de movimentação ao qual equimoses sobre antebraço medial sugerem lesão da artéria braquial (GIOSTRI GS, 2011).

Tais fraturas apresentam dificuldades em seu diagnóstico proporcionalmente à complexidade da lesão em maior parte das ocorrências, no entanto a melhor maneira de visualizá-las é através da radiografia simples de cotovelo em posição anteroposterior e perfil. A visualização da fratura nem sempre será fácil e então devemos nos atentar aos achados radiográficos que sugerem a mesma, como é a presença de coxim adiposo anterior ou posterior que sugerem derrame articular, não de forma específica, mas é um achado para despertar o senso clínico e acrescentar à investigação (HEBERT SK, et al., 2017).

A forma posterior de tal coxim é a que apresenta maior especificidade para derrame articular, no entanto é precária quanto a sensibilidade, ao tempo que a forma anterior pode indicar derrame articular, mas carece de especificidade, contudo a positividade de qualquer um com grandes proporções falam a favor da fratura e

podem indicar conduta específica para fratura oculta. Além do mais é possível a avaliação da linha anterior do úmero e linha rádiocapitelar que quando fora do alinhamento esperado somam fato à presença da fratura. São consideradas complexas por envolverem região óssea de anatomia peculiar, com osso esponjoso, muitas vezes osteoporótico em idosos, envolvendo superfície articular, tornando seu tratamento desafiador. Para tal, é fundamental, além da experiência do cirurgião, o conhecimento da anatomia local. (HEBERT SK, et al., 2017).

Por serem raras, estabelecer protocolos de manejo e tratamento é um desafio que se faz necessário para minimizar complicações. São fraturas com alto potencial de gerar sequelas relacionadas à limitação de movimentos, ao qual para se alcançar um resultado satisfatório é de crucial que seja realizado redução anatômica, fixação estável e amplitude de movimento precoce. Caso não se atinjam estes objetivos, dificilmente se alcançará uma boa amplitude de movimento, aumentando risco de rigidez, artrose e ossificação heterotópica (HEBERT SK, et al., 2017).

Motta Filho G e Galvão MV (2010) discorrem sobre os aspectos gerais da rigidez articular de forma a esclarecer os fatores envolvidos na patogênese da mesma para que o profissional responsável pelo caso se atente e evite tal complicação. O que se entende é que há fatores variados para tal desenvolvimento, que se relaciona com alto grau de congruência, complexidade de suas cartilagens superficiais articulares e a grande sensibilidade tecidual ao trauma, especialmente a cápsula articular. Em conjunto com os aspectos mais íntimos do tratamento em si, que são comuns de ocorrer pois dependem da aderência ao plano terapêutico de forma comprometida ou então imobilização excessiva desnecessária. Patologicamente o que se encontra na articulação é a desorganização da matriz colágena associada ao aumento de citocinas inflamatórias e infiltração fibroblástica, e a necessidade de movimentação precoce é baseada no controle de produção de fatores inflamatórios e redução da invasão. Ademais a ossificação heterotópica é fator que pode acompanhar tal condição e deve ser também investigada e então o tratamento adequado para a situação tem de ser planejado.

No atual contexto moderno e tecnológico, os estudos científicos se tornaram mais direcionados e eficazes quando uniu a engenharia e a anatomia para embasamento analítico-físico. Os estudos biomecânicos fazem a diferença para se estimar o que esperar em determinadas técnicas, como é o presente caso de fixação ortopédica, e então selecionar os mais eficazes para aplicação em pacientes reais com a margem de segurança esperada superior. Os materiais utilizados nestas situações são os que simulam de forma mais fiel possível os tecidos. Nos estudos ortopédicos fazem realmente a diferença pela relação biomecânica com a integridade do sistema músculo-esquelético, o que é basicamente a máxima do tratamento ortopédico que visa as melhores técnicas de tratamento com os melhores resultados de recuperação funcional para ossos e principalmente articulações (HEBERT SK, et al., 2017).

Para abordagem adequada, é necessário que o cirurgião ortopedista conheça a anatomia local. O úmero distal é composto pela coluna medial, epicôndilo medial e tróclea; e lateral pelo epicôndilo lateral e capitulo. As fraturas variam na forma em fissurar o tecido ósseo, podendo haver desvio da posição original do osso ou não, ou então envolver variadas fissuras e desenvolver a forma de fratura cominutiva que nada mais é a múltiplas fraturas em uma porção restrita do osso. Para compreender de forma mais lúcida, foram elaboradas classificações de fraturas e também específicas para as fraturas de úmero distal, como é o caso da classificação AO, Mehne e Matta e Júpiter.

A mais utilizada de longe é a classificação AO que se baseia principalmente na localização da fratura e sua extensão em relação à posição da articulação e o acometimento da face articular, o que caracteriza tais fraturas no numeral 13, que se referem ao componente anatômico do úmero distal, e letras de A a C que se referem à principalmente a localização intra ou extra articular, somado a extensão e acometimento das colunas medial e lateral, restando então à letra C o acometimento da face articular do cotovelo (RAMOS CH, et al., 2017; GIOSTRI GS, 2011).

Geralmente são fraturas com mecanismo de trauma de energias variáveis com cotovelo flexionado ou estendido em que a ulna proximal impacta na superfície articular. Por ter mecanismos complexos e variáveis de trauma, fraturas cominutivas são comuns (RAMOS CH, et al., 2017).

A abordagem de fraturas intra-articulares de úmero distal é complexa e associadas com o mecanismo de lesão de alta energia ou então déficit ósseo, acesso cirúrgico e a exigência de alta qualidade operatória são essenciais para se evitar complicações. Profissionais ortopedistas e a literatura ainda carregam incertezas e inseguranças a despeito da melhor terapêutica frente a tal tipo de fratura (HEBERT SK, et al., 2017).

A literatura sobre o tratamento destas fraturas mostra formas de tratamento cirúrgico como: redução aberta com fixação interna e artroplastia de cotovelo. Há pouco espaço para o tratamento conservador visto a complexidade da fratura e necessidade de redução anatômica. Atualmente, o padrão ouro de tratamento é a redução aberta e fixação interna com placas. Esta forma de abordagem é bastante difundida pois, apesar de ser recomendada para pacientes mais jovens e com alta demanda funcional, também é eficaz em pacientes mais idosos e com osso osteoporótico (HEBERT SK, et al., 2017; GIOSTRI GS, 2011).

Fraturas distais umerais são de difícil seguimento desde o ato operatório até a recuperação funcional da articulação, visto a quantidade considerável de complicações que se desenvolvem, secundárias à própria fratura ou do ato operatório técnico, bem como a articulação se prejudica devido a imobilização o tempo do mesmo pode se prolongar. É como Thomas R Yetter et al (2021) descreve a quantidade de complicações como superiores ao estimado e o que alerta ao acompanhamento pós-operatório de modo competente. o passo que a conduta esteja adequada e o acompanhamento bem planejado, cabe a assistência multiprofissional também a intervir nas complicações relacionadas à articulação imobilizada e frente a fatores inflamatórios resultantes do trauma implicando e lesando o tecido. Em específico ao ato operatório, qual for a técnica de abordagem escolhida, o risco de complicação se mantém visto as características anatômicas próprias do próprio cotovelo em relação a nobreza de vasos e nervos que se apoiam em regiões estratégicas.

Thomas identificou também maior número de complicações relacionadas ao plaqueamento paralelo, o que não contra-indica tal método desde que se alcance fixação e estabilidade biomecânica adequada. Allende C e Allende B (2008) confirmam que a longo prazo, o manejo de complicações e recuperação funcional são adequados independente da técnica de fixação. Kay Schmidt-Holohé et al (2013) identificaram o sistema de dupla placa anatomicamente pré-contornado e angular estável como os que proporcionam estabilidade pós operatória imediata suficiente para permitir fisioterapia precoce.

Foi um tema que chamou a atenção dos autores e despertou o interesse pela pequena quantidade de estudos na literatura, o que inclusive dificulta a busca literária. O presente estudo visou revisar as formas de manejo e conduta em fraturas articulares de úmero distal, analisando então as vantagens e desvantagens de diferentes técnicas de abordagem com redução aberta e fixação interna e então descrever, se possível, a melhor.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A literatura descreve basicamente dois tipos de redução aberta e fixação interna. A primeira, e mais antiga técnica, são placas usadas de forma ortogonal (90-90) com uma placa medialmente e outra posterolateralmente. O segundo e mais novo método de abordagem são placas paralelas com uma placa medialmente e outra lateralmente. Stevens NM, (2021), Atalar AC, et al., (2016) e Shih CA, et al., (2019), demonstram rigidez axial, resistência axial e rigidez torcional superiores quando utilizado o método de fixação paralela, o que resulta em capacidade biomecânica superior quando comparado à colocação ortogonal.

No que se diz a respeito da importância da eficiência biomecânica, os ensaios em peças artificiais simulam o contexto ósseo isolado, ocultando a situação clínica real, no entanto fornecem direcionamento de terapêuticas com maior possibilidade de sucesso, com constatação clínica posterior, é o caso em que, apesar da diferença temporal, Atalar AC, et al. identifica através de ensaios em modelos artificiais o melhor desempenho biomecânico através de ensaio em ambiente controlado, posteriormente Shih CA, et al. em meta-análise reafirma tal condição e Stevens NM demonstra clinicamente a eficácia superior. Ou seja, a evidência científica é mesmo que a fixação através de placas paralelas apresenta desenvolvimento biomecânico mais eficiente. Ademais, os resultados clínicos a longo prazo são indiferentes, ao tempo que a ocorrência de complicações e recuperação funcional da articulação são semelhantes à vista no longo prazo.

Baydar M, et al., (2022) realizou um estudo em que avaliou 21 casos de fratura isolada de capítulo umeral, ao qual foi realizado redução aberta com fixação através de parafusos de compressão canulados sem cabeça colocados em ordem anteroposterior e posteroanterior usando acesso lateral do cotovelo. O que se identifica é que 20 dos 21 casos obtiveram resultados satisfatórios, ao qual o que obteve menos sucesso apresentou déficit de extensão em cerca de 60°. Válido ressaltar que não ocorreram casos de necrose avascular e ossificação heterotópica. A complexidade deste tipo de fratura deriva da via de acesso cirúrgica dificultada e a localização da fratura em contato íntimo com a superfície articular, o que sempre irá implicar situações em que o profissional ortopedista necessite de orientação adequada para a melhor conduta

Nunes MC, et al., (2019). realizou um estudo biomecânico em modelos sintéticos de úmero serrados transversalmente a 3 cm da borda do olécrano e realizado redução anatômica com fixação através de 2 fios de kirschner 2.0mm, um com entrada no epicôndilo lateral, sendo o eixo na borda inferior do epicôndilo lateral e o outro fio 1 cm mais distal a 30° com o da diáfise do úmero, fixados na oposta cortical 3 cm acima da linha de fratura. As fixações foram realizadas com perfurador e fluoroscópio. Foram então realizados testes com aplicação de carga em laboratório de engenharia e então avaliado a resistência de fixação em variadas situações. O resultado final demonstrou semelhança na fixação através dos fios de kirschner o que a demonstrou como boa alternativa para fraturas supracondilíneas umerais se pensando no resultado de resistência da fixação e o potencial de consolidação óssea para recuperação da integridade do mesmo além da recuperação funcional. Contudo este estudo envolve uma esfera limitada de investigação científica ao parâmetro de estudo que simula somente o osso e não o membro superior como um todo além da ausência de acompanhamento de pacientes, o que gera a necessidade de mais estudos do mesmo caráter para elucidação completa desta modalidade de redução aberta e fixação do úmero distal.

As placas paralelas posicionadas em ântero medial e ântero lateral, possuem a vantagem de proporcionar maior resistência com menor estresse, menor deslocamento e maior rigidez, além do benefício de ser versátil ao ponto de uso em fraturas simples até fraturas complexas, segundo Kong IL, et al., (2021) e Wei LB, et al., (2019). No entanto, o método dorso-lateral é apontado por Kural C et al., como seguro e eficaz também. Ademais, o resultado em geral de fraturas distais de úmero possui associação com boa/excelente função articular superior à 70% após tratamento cirúrgico, como Chen H, et al., (2017) afirma em meta-análise comparativa independente da metodologia de colocação das placas. Há necessidade imprescindível para que a redução fixação se mantenha o mais estável possível para que o tempo de imobilização e necessidade de reabordagem sejam reduzidas. O tratamento ideal se refere à menor proporção de intervenções e quanto a técnica de aplicação das placas se diferenciam pouco quanto aos resultados.

Outro desafio é o modo de abordagem da fratura para realização da redução-fixação, ao qual varia entre as posições medial, lateral e posterior, ao qual há opção de acesso para tricúspita ou trans olecraniano com osteotomia do olécrano. Wei LB, et al., apontam visualização de 46,9% da superfície articular do úmero quando se utiliza a abordagem combinada médio-lateral e a relaciona para fraturas de padrão simples em face posterior. Wu ZZ et al., (2018) aponta as abordagens com osteotomia anterior (45,7% ± 2,0%) e posterior (53,9% ± 7,1%) do olécrano, sendo então as com melhor eficácia de visualização distal do úmero.

Lu S, et al., (2021) aponta que a osteotomia de olécrano não interfere no resultado funcional do cotovelo pós cirúrgico, no entanto afirma o diferencial ao qual reflete durante o ato cirúrgico em questão de duração e perda de sangue serem superiores às abordagens poupadoras do tríceps. No que se diz respeito à forma de abordagem ideal há o componente pessoal profissional em que irá realizar o procedimento e sua experiência que pode influenciar o resultado final, contudo a técnica escolhida se sobrepõe de forma parcial em grande parcela à anatomia complexa do cotovelo e à dificuldade de exposição. Ademais, o tipo de fratura é também um pilar para que a melhor estratégia de abordagem seja planejada.

Jeong HS, et al., (2022) realiza uma revisão sintética de casos de redução e fixação de fraturas intra-articulares e as formas de abordagem cirúrgica no intuito de avaliar tempo de operação, resultados funcionais e incidência de complicações, visando comparar os dados e então ressaltar a que oferece maiores vantagens para se utilizar no dia a dia rotineiro destes tipos de fraturas. E então na busca são selecionados cinco estudos com um total de 243 pacientes, o que fornece uma base de estudo satisfatória em vista da especificidade de

técnica operatória e abordagem. Ademais o que foi elaborado no estudo é que há circunstâncias individuais de cada forma de abordagem das fraturas, como é caso em que a osteotomia de olécrano demanda maior tempo cirúrgico ao mesmo tempo que é mais utilizada em fraturas mais complexas, mas não houve diferença significativa entre as técnicas e a percepção é de que o componente profissional individual, ou melhor a experiência profissional, é o fator que realmente fez diferença quanto ao sucesso da abordagem, quanto a redução de complicações e recuperação funcional articular.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos relacionados à abordagem e técnica de tratamento de fratura de úmero distal ainda são carenciais em bases de dados, além do fato da pouca quantidade de estudos clínicos sobre o assunto. Contudo alguns pontos em comum são identificados nos estudos deste trabalho e que são relevantes para a prática clínica diária ortopédica. Em relação à melhor técnica de abordagem, percebe-se que quando se tem fraturas cominutivas e/ou intra-articulares de úmero, a abordagem trans olecraniana se mostra mais eficaz em expor à área de fratura e portanto favorece melhor o procedimento operatório, mesmo que a osteotomia favoreça maior índice de complicações a curto prazo, ademais não interferem na ocorrência de boa funcionalidade a longo prazo. Somado à forma de abordagem, se faz importante também a técnica de redução e fixação abertas, em que a colocação de placas paralelas demonstra resultados de maior resistência com menor estresse, ou seja, resultados biomecânicos melhores, apesar de que em relação à resultados não distantes à colocação ortogonal. Em resumo, percebe-se a importância da experiência do profissional ao qual se faz de maior fator determinante dos resultados, controle de complicações e recuperação da funcionalidade da articulação.

## REFERÊNCIAS

1. ALLENDE C, ALLENDE BT. Post-traumatic distal humerus non-union: Open reduction and internal fixation. *Int Orthop.*, 2009; 33(5): 1289-1294.
2. ATALAR AC, et al. Biomechanical comparison of orthogonal versus parallel double plating systems in intra articular distal humerus fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc.*, 2017; 51(1): 23-28.
3. BAYDAR M, et al. Isolated capitellar fractures fixation with headless screws in different configurations. *Acta Ortopédica Brasileira*, 2022; 30(1).
4. CHEN H, et al. Comparison of treatments in patients with distal humerus intercondylar fracture: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Medicine*; 2017; 49(7): 613-625.
5. GOSLER MW, et al. Surgical versus non- surgical interventions for treating humeral shaft fractures in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2012; 1: CD008832.
6. GIOSTRI GS. Manual de trauma ortopédico. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. 2011; 1(1): 102-114.
7. JACKSON N, WATERS E. Criteria for the systematic review of health promotion and public health interventions. *Health Promot Int.*, 2005; 20(4): 367-374.
8. JEONG HS, et al. Comparison of olecranon osteotomy and paratricipital approach in distal humerus intra-articular fracture: A systematic review and meta-analysis. *Baltimore*, 2022; 101(34): 302-316.
9. JUNG SW, et al. Triangular fixation technique for bicolunar restoration in treatment of distal humerus intercondylar fracture. *Clin Orthop Surg.*, 2016; 8(1): 9-18.
10. KONG L, et al. Biomechanical properties of a novel fixation system for intra-articular distal humerus fractures: a finite element analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*; 2021; 16: 674.
11. KURAL C, et al. Bicolunar 90-90 plating of AO 13C type fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc.*, 2017; 51(2): 128-132.
12. LU S, et al. Olecranon osteotomy vs. triceps-sparing for open reduction and internal fixation in treatment of distal humerus intercondylar fracture: a systematic review and meta-analysis. *Chin Med J.*, 2021; 134(4): 390-397.
13. FILHO GM, GALVÃO, MV. Rigidez pós-traumática do cotovelo. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 2010; 45(4): 347-354.
14. HERBERT SK, et al. Ortopedia e traumatologia: princípios e práticas. Porto Alegre: Artmed, 2017; 1(5): 2245p.
15. NUNES MC, et al. Biomechanical analysis of two types of humerus supracondylar fracture fixation in anatomical model. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 2016; 54(3): 261-267.
16. SCHMIDT-HORLOHÉ KH, et al. Promising results after the treatment of simple and complex distal humerus type C fractures by angular-stable double-plate osteosynthesis. *Orthop Traumatol Surg Res.*, 2013; 99(5): 531-41.
17. SHIH CA, et al. Parallel versus orthogonal plate osteosynthesis of adult distal humerus fractures: a meta-analysis of

- biomechanical studies. *Int Orthop.*, 2019; 43(2): 449-460.
18. STEVENS NM. Distal Humerus Fractures Evolution of Management. *J Orthop Surg Res.*, 2021; 79(1): 43-50.
  19. TAK SR, et al. Outcome of olecranon osteotomy in the trans-olecranon approach of intra-articular fractures of the distal humerus. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.*, 2009; 15(6): 565-70.
  20. THE OTTAWA HOSPITAL RESEARCH INSTITUTE. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. 2018.
  21. WANG Y, et al. Surgical interventions for treating distal humeral fractures in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2013; 1; CD009890.
  22. WEI L, et al. Biomechanical analysis of a novel plating for intra-articular distal humerus fractures: combined anteromedial and anterolateral plating. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*; 2019; 14: 132.
  23. WEI LB, et al. Surgical treatment of intra-articular distal humeral fractures by using a combined medial and lateral approach: an anatomic study. *Orthop Surg.*, 2019; 11(3): 524-529.
  24. WU ZZ, et al. Surgical exposures of the distal humeral fractures: An anatomical study of the anterior, posterior, medial and lateral approaches. *Chin J Traumatol.*, 2018; 21(6): 356-359.
  25. YETTER TR, et al. Complications of articular distal humeral fracture fixation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*; 2021; 30(8): 1957-1967.