

MODOS DE FALHAS DE PLACAS ANATÔMICAS EM FRATURAS DE OSSOS LONGOS

Alexandre Batista Esperidião,

Patricia Ortega Cubillos¹, p.ortega@ufsc.br

Vinícius Oliveira dos Santos¹, vinicius.oliveira.s@grad.ufsc.br

Gustavo Tasso Borges Fernandes¹, gustavotbf2@gmail.com

Ari Digiácomo Ocampo Moré¹,

Carlos Rodrigo de Mello Roesler¹, r.roesler@ufsc.br

¹Labortatório de Engenharia Biomecânica HU/UFSC, Florianópolis, SC, Brasil.

Resumo. As fraturas de ossos longos são uma importante causa de morbidade e a fixação interna com o uso de placas anatômicas tem se tornado cada vez mais importante no tratamento desta condição. Dentro desse contexto, o presente trabalho visa apresentar uma revisão da literatura médica sobre os modos de falhas das placas anatômicas, identificando possíveis mecanismos de falhas ou não conformidades nos projetos dos implantes. Esta revisão foi feita por meio de uma busca sistemática de artigos, a partir do banco de dados Pubmed, de acordo com determinados critérios. 29 artigos atenderam aos critérios de inclusão e relataram um total de 212 casos de falhas de placas anatômicas. O modo de falha mais frequente ocorreu nas fraturas proximais do Úmero, sendo este a extrusão dos parafusos bloqueados da cabeça umeral e perfuração do espaço glenoumeral. O mecanismo mais reportado para esta falha foi a indicação inadequada deste tratamento.

Palavras-chave: Falha de Prótese; Ortopedia; Placas Ósseas; efeitos adversos.

1. INTRODUÇÃO

As fraturas ósseas constituem um grave problema de saúde pública devido ao seu impacto negativo na qualidade de vida do paciente e por ser um procedimento de alto custo. Esta condição responde por 40% de todas as injúrias severas não fatais (Browner *et al.*, 2014). Em todo o mundo, prevê-se a ocorrência de 16,2 milhões de fraturas ósseas anualmente, e presume-se que este número venha a aumentar para 36,5 milhões ou até 52,3 milhões em 2050 (Sagalovsky; Schonert, 2014).

O tratamento de fraturas ósseas contempla abordagens tanto cirúrgicas quanto não-cirúrgicas, cujo objetivo básico é a recuperação precoce da função (mobilidade) do membro acometido para evitar distúrbios tróficos (Perren, 2008). A evolução tecnológica e o tratamento cirúrgico das fraturas sofreu uma importante mudança a partir do meio do século passado, com crescentes avanços no conhecimento científico e tecnológica em relação a biologia e biomecânica do sistema músculo-esquelético, desenvolvimento de novos materiais, dispositivos e técnicas, contribuindo com melhores taxas de cura e redução de complicações clínicas.

A fixação interna é uma das principais opções de tratamento de fraturas ósseas e consiste no uso de implantes, com destaque às placas, que funcionam como talas para ossos longos fraturados, e podem executar uma variedade de funções mecânicas específicas, incluindo compressão, suporte (pilar), ponte, e neutralização (proteção) (AAOS, 2008). Esta modalidade dispõe de uma variedade de técnicas cirúrgicas, cada qual empregando um dispositivo de fixação específico e baseado num princípio mecânico que acarreta um padrão de regeneração e osteossíntese (Gardner; Helfet; Lorch, 2004).

A introdução das Placas de Compressão Bloqueadas (LCP) foi o próximo passo no desenvolvimento das placas de osteossíntese biológica. Nestes dispositivos, a presença de roscas nas cabeças dos parafusos e nos orifícios da placa, proporcionam uma ancoragem fixa, angular e estável da placa sobre o osso, garantindo a estabilização da fratura (Broos; Sermon, 2004; Niemeyer; Südkamp, 2006; Schütz, Michael, 2003; Stoffel, 2007). A LCP dá ao cirurgião a opção de associar os princípios da Fixação Interna e da Compressão Dinâmica apenas pela escolha do tipo de parafuso, isto é, este sistema pode ser usado como uma placa de compressão, um fixador interno bloqueado, ou a conciliação dos dois, dependendo da individualidade de cada fratura e/ou paciente (Frigg, 2003; Niemeyer; Südkamp, 2006).

O objetivo desta revisão consiste em reunir evidências clínicas dos modos de falhas das placas anatômicas, a fim de obter um panorama que pudesse gerar uma visão crítica do problema, para contribuir com o desenvolvimento de novas ferramentas diagnósticas para a fase pré-clínica de avaliação destes dispositivos e para aprimorar o controle de qualidade dos materiais num período pós-comercialização.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados processos sistemáticos para localizar os estudos pertinentes à pesquisa. Tais processos iniciaram-se com a seleção do seguinte grupo de palavras-chave para a busca dos estudos no banco de dados: “*failure mode of internal plate fixation*”. Obteve-se 87 artigos a partir destes descritores, os quais tiveram o título e resumo analisados, bem como suas referências bibliográficas. Ao todo, 1599 artigos foram encontrados e todos eles foram submetidos individualmente a estratégia de seleção inicial abaixo:

- a) Exposição dos tipos de fraturas ósseas tratadas (se possível sua classificação segundo a Classificação AO/OTA);
- b) Exposição do modelo de placa anatômica utilizado para o tratamento das fraturas ósseas;
- c) Acompanhamento de pacientes prospectivamente ou consecutivamente;
- d) Apresentação de dados, discussão e/ou menção à falha de algum implante, com descrição mínima de sua ocorrência ou exposição por meio de métodos de imagem que permitam tal análise (p.e. radiografias simples);

Cada artigo selecionado teve os seguintes dados extraídos: tipo de fratura ocorrida (e classificação da fratura segundo AO/OTA, se presente); número de casos de falhas relatadas; modelo da placa utilizada no tratamento; modo de falha de cada implante; origem/local de ocorrência da falha; mecanismo/causa da falha; tempo desde o tratamento até a sua ocorrência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As falhas em fraturas proximais de úmero foram as mais frequentes, respondendo por 122 casos (57,55%). O segundo local com maior número de falhas ocorreu em osteotomias altas da tíbia (HTO), com 28 casos (13,21%); seguido pelas fraturas distais de fêmur, com 21 casos (9,91%); fraturas periprostéticas de fêmur com 16 casos (7,55%); fraturas trocântéricas do fêmur com 15 casos (7,08%); 3 casos (1,42%) em fraturas distais da Clavícula e também proximais de Fêmur; 2 casos (0,94%) em fraturas distais do rádio; e finalmente 1 caso (0,47%) em cada um dos sítios, proximal e distal, da tíbia. As informações dos sítios de fraturas podem ser visualizadas na Tab. (1).

Tabela 1. Sumário da frequência de ocorrência das falhas de placas anatômicas em relação ao sítio de fratura.

Sítios de ocorrência das falhas	Subtotais	
Fraturas proximais do Úmero	122	57,55%
Osteotomia Alta da Tíbia	28	13,21%
Fraturas distais do Fêmur	21	9,91%
Fraturas periprostéticas de Fêmur	16	7,55%
Fraturas trocântéricas	15	7,08%
Fraturas distais da Clavícula	3	1,42%
Fraturas proximais do Fêmur	3	1,42%
Fraturas distais do Rádio	2	0,94%
Fraturas distais da Tíbia	1	0,47%
Fraturas proximais da Tíbia	1	0,47%
Total	212	100%

O modo de falha por extrusão dos parafusos foi a mais frequente, respondendo por 106 casos. (50,00%). O segundo modo de falha mais frequente foi a fratura secundária, com 30 casos (14,15%), seguido pela quebra das placas, com 24 casos (11,32%); afrouxamento do parafuso com 23 casos (10,85%); arrancamento da placa com 11 casos (5,19%); quebra de parafuso com 9 casos (4,25%); arrancamento de parafusos com 6 casos (2,83%); e por fim o entortamento da placa com 3 casos (1,42%). Essas informações estão apresentadas na Tab. (2).

As falhas em fraturas de úmero proximal foram as mais frequentes, respondendo por 122 casos (57,55%), dos quais 106 (86,88%) tiveram como modo de falha a extrusão dos parafusos bloqueados da cabeça umeral, ilustrado na Fig. (1), perfuração do osso subcondral e invasão do espaço articular. A maior parte dos autores atribuiu este modo de falha a erros técnicos, traduzidos por reduções anatômicas ruins ou frustras, pela transgressão despercebida dos parafusos ainda no intraoperatório, mas principalmente pela indicação inadequada deste tratamento. Jost *et al.* (2013) ressaltaram uma tendência ao uso desmedido ou abusivo das placas de fixação interna para as fraturas de úmero proximal na medida em que encontraram altas taxas de falha de redução anatômica, fraturas em três ou quatro partes, fraturas com luxação, fragmentação ou desconexão total da cabeça umeral com o segmento metafisal. Todas situações cirúrgicas relatadas usualmente são indicação de artroplastia primária e conhecidas por terem uma elevada necessidade de cirurgia de revisão.

Tabela 2. Sumário da frequência de ocorrência dos diversos modos de falhas de placas anatômicas.

Modo de falha do conjunto placa-osso	Subtotais	
Extrusão dos parafusos	106	50,00%
Fratura secundária	30	14,15%
Quebra da placa	24	11,32%
Afrouxamento de parafusos	23	10,85%
Arrancamento da placa	11	5,19%
Quebra de parafuso	9	4,25%
Arrancamento de parafusos	6	2,83%
Entortamento da placa	3	1,42%
Total	212	100%



Figura 1. Exemplos de extrusão de parafusos (Spross *et al.*, 2012).

De forma geral, os autores sugeriram cautela na escolha por este tratamento para os casos em que não se pode garantir a estabilidade da fratura e na vigência de deficiências ósseas (como osteopenia ou necrose avascular). De acordo com os achados desta revisão, tal atenção se deve, pelo menos em parte, à limitações nos próprios projetos dos implantes. Owsley e Gorczyca (2008) e Micic *et al.* (2009) comentam que o mecanismo de bloqueio dos parafusos pode levar o cirurgião a superestimar a rigidez da fixação, na medida em que gera uma sensação de estabilidade daquele componente. No entanto, além de não traduzir a qualidade da ligação do parafuso com o próprio osso, impede o profissional de “sentí-la” no ato cirúrgico, predispondo a uma fixação instável e passível de colapso. De acordo com Charalambous *et al.* (2007) ocorrendo o colapso, a perfuração do espaço articular será tão mais frequente quanto maiores forem os parafusos bloqueados utilizados, e mais próximos ao osso subcondral da cabeça do úmero tiverem sido fixados. Micic *et al.* (2009) descreveram o segundo modo de falha mais frequente nas fraturas de Úmero proximal, o arrancamento do conjunto placa-parafusos da cabeça umeral seguido de deslocamento da fratura em varo. Os autores atribuíram as falhas a uma série de erros técnicos, que incluem a não utilização de bandas de tensão sobre as tuberosidades, suporte medial inadequado devido aos parafusos que não alcançaram o osso subcondral da cabeça umeral, e não aplicação de enxertos ósseos na cominuição da porção medial ou nos defeitos ósseos existentes.

O achado de uma alta taxa de fraturas secundárias, ilustrado na Fig. (2), à fixação de placas anatômicas ocorreu devido ao relato de um único trabalho que estudou a eficiência destes dispositivos em Osteotomias altas da Tíbia para correção de osteoartrite medial unicompartimental do joelho. Jung *et al.* (2013) compararam dois modelos de implantes e encontraram taxas significativas de complicações relacionados aos mesmos, que incluía pseudoartrose, fratura do córtex lateral da tíbia e perda da correção. Diante dos achados, os autores sugeriram utilização de placas maiores nestes procedimentos, por sua maior estabilidade tanto a forças de compressão quanto de torção.



Figura 2. Exemplos de fraturas secundárias (Jung et al., 2013).

As fraturas distais do Fêmur foram o segundo sítio fraturário em que mais se encontrou falhas de placas anatômicas. A quebra da placa, principalmente ao nível da fratura, o afrouxamento de parafusos da porção proximal, e a quebra de parafusos da porção condilar do implante foram os modos de falhas mais frequentes das séries de casos encontradas. Button, Wolinsky e Hak (2004) relataram erros humanos na gênese dos seus dois relatos de quebra de placas LISS, sendo que no primeiro caso, a permissão pelo suporte de carga precoce, mesmo na presença de defeitos ósseos visíveis aos exames de imagem, culminou na fadiga do implante e subsequente quebra ao nível da fratura; já no segundo, a causa atribuída pelos autores contempla o desrespeito do paciente aos protocolos de suporte de carga somado à sua condição física de importante excesso de peso.

Kregor *et al.* (2004) descreveram quatro casos de afrouxamento de parafusos proximais (fixados na diáfise femoral), seguido de perda da fixação da fratura, que ocorreram em pacientes tratados com placas de compressão dinâmica (LISS), como pode ser visto na Fig. (3). Em dois deles, observou-se o desenvolvimento de pseudoartrose, e nos demais foram identificados defeitos ósseos importantes que necessitaram de enxertos ósseos. Os autores apontam as possíveis desvantagens do uso destes dispositivos para o tratamento de fraturas distais de Fêmur, que incluem a dificuldade na redução do componente metafisal-diafisal e na colocação precisa do fixador. Além disso, sua utilização é tecnicamente exigente pois a redução da fratura e sua fixação precisam ser obtidas e realizadas simultaneamente.

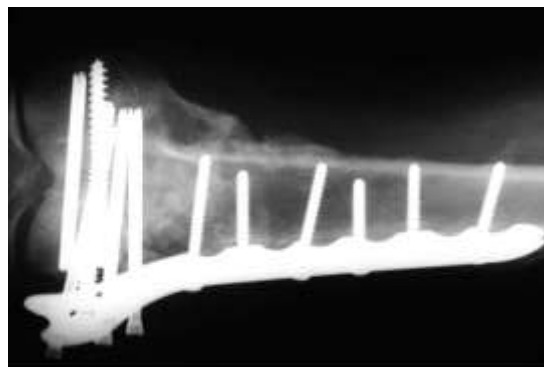


Figura 3. Exemplo de afrouxamento de parafusos (Vallier *et al.*, 2006).

Vallier *et al.* (2006) relataram falhas de tratamento com placas condilares de fêmur cujos fatores comuns a todos os pacientes eram as suas condições metabólicas ou ósseas que predispunham a uma recuperação deficiente. O único caso de quebra de uma placa condilar ocorreu em um paciente que já havia recebido enxertos ósseos por um defeito metafisário importante no local da fratura. Em todos os quatro casos de quebra de parafusos bloqueados, que ocorreram exclusivamente na porção distal da interface placa-parafuso e foram acompanhados de colapso da fratura em varo, os autores se depararam com pacientes idosos, tabagistas ou portadores de doenças metabólicas (p.e. Diabetes Melitus, obesidade, osteoporose). Vallier *et al.* (2006) teorizaram que talvez o uso mais criterioso de enxertos ósseos poderia ter melhorado a resposta cicatricial dos pacientes e evitado a ocorrência das falhas mecânicas e colapso das fraturas. Alternativamente, os autores propuseram mudanças nos projetos das placas condilares que pudessem contribuir com as falhas relacionadas aos parafusos bloqueados. Dentre as sugestões estavam modificações nos designs das placas de forma a permitir a inserção dos parafusos bloqueados numa orientação oblíqua, de proximal e lateral para distal e medial; associado à eliminação da canulação destes parafusos para torná-los mais resistentes.

Schuetz *et al.* (2001) relataram, em sua série de casos, a ocorrência de soltura da placa a partir do seu segmento proximal, e para este modo de falha, elencaram possíveis mecanismos que permearam entre a falha do dispositivo, erros técnicos e causas relacionadas ao paciente, foram eles: a existência de um implante pré-existente, que impediu que se usassem placas de compressão dinâmica maiores para as fraturas atuais; colocação da placa muito distante do osso e em

posição ventral, tornando insuficiente a fixação por meio de parafusos unicorticais; falha dos parafusos em se bloquearem na placa; desrespeito aos protocolos de aplicação de carga pelos pacientes.

O terceiro modo de falha mais frequente desta revisão caracteriza-se pela quebra/fratura das placas, ilustrado na Fig. (4), ocorrendo em 24 casos (11,32%). Apesar desta revisão ter encontrado poucas falhas de placas anatômicas usadas para o tratamento de fraturas periprostéticas do Fêmur, 16 casos (7,55%), este grupo respondeu pelo maior número de quebras de placas, um total de 11 casos (45,83%) dentre todas para este evento. É quase unânime o comentário dos autores que relataram este evento de que o mecanismo causador desta falha estaria relacionado à qualidade óssea do paciente, configuração da fratura e às condições dos tecidos adjacentes (partes moles). Ruchholtz *et al.* (2013) e Aldrian *et al.* (2013) atribuíram suas falhas à excessiva exposição e desvitalização dos tecidos moles adjacentes à fratura. Ruchholtz *et al.* (2013) afirmaram que o uso de técnicas de redução que envolvem manipulação direta e compressão dos fragmentos, quando aplicados a fraturas mais complexas (AO 32-A2 ou 33-A3), levaram à falha de alguns dispositivos pela lesão ainda maior das partes moles. Müller *et al.* (2009), que estudaram as falhas de placas de compressão dinâmica (LISS), advertiram sobre o aumento no risco de quebra dos implantes em fixações excessivamente rígidas, com o uso de muitos parafusos, devido à concentração de estresse na área da fratura. Acrescentaram ainda que a presença de fatores de instabilidade medial, como algumas configurações de fratura ou na presença de defeitos ósseos, são situações para se considerar o uso de enxertos de suporte para o córtex medial do Fêmur, a fim de aumentar a estabilidade e reduzir o estresse sobre a região fraturada.

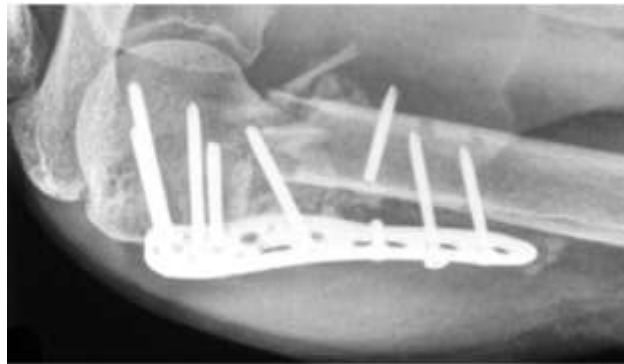


Figura 4. Exemplo de quebra de parafusos e arrancamento da placa (Moonot; Ashwood; Hamlet, 2007).

As falhas de placas de fixação interna utilizadas no tratamento das fraturas trocantéricas do fêmur apresentaram mecanismos semelhantes às falhas em fraturas periprostéticas, isto é, as causas mais frequentemente citadas pelos autores referiam-se à configuração da fratura, qualidade óssea, assim como dos tecidos adjacentes. Seinsheimer III (1978) encontrou uma frequência significativa de falhas por entortamento e quebra de placas em fraturas subtrocantéricas em espiral e em três partes. O autor alertou sobre fraturas com configuração em espiral, na qual quanto maior a espiral, maior sua obliquidade e portanto pior a capacidade de suporte de carga do córtex medial femoral. Sem este suporte, a placa deixa de agir como uma banda de tensão e fica sujeita à concentração de tensão em uma pequena área.

Não somente nos casos de falhas de placas, mas também nas falhas de parafusos bloqueados foi possível notar a tendência dos autores em sugerir mecanismos ligados à situação da fratura e a impossibilidade de estabilização da mesma. Wieser e Babst (2010), que relataram modos de falhas do tipo afrouxamento e quebra de parafusos bloqueados proximais do colo femoral utilizando placas anatômicas de compressão dinâmica (PF-LCP), afirmam que em todos os seus casos de falhas, devido ao padrão de cominuição das fraturas, a redução anatômica completa nunca foi alcançada. Novamente, a dificuldade em estabilizar a fratura, prejudicando o suporte pósteromedial do córtex femoral permitiu que altas forças axiais de entortamento atuassem sobre os componentes mais frágeis do dispositivo, que nos dispositivos utilizados eram os parafusos bloqueados canulados do colo femoral.

Segundo Wirtz *et al.* (2013), as placas de bloqueio e compressão dinâmica de fêmur proximal (PF-LCP) apresentaram ainda fatores limitantes ligados ao seu projeto, encontrados na interface placa-osso e na força do segmento proximal do implante. Os autores afirmaram que os parafusos bloqueados proximais apresentam tamanho e número muito reduzidos, sendo incapazes de proporcionar uma fixação estável do fragmento proximal, e talvez a modificação do tamanho aliado a opções de posicionamentos poliaxiais destes parafusos, possa gerar maior estabilidade deste fragmento proximal.

4. CONCLUSÃO

O maior número de falhas de placas anatômicas ocorreu no tratamento de fraturas proximais do Úmero. O modo de falha mais relatado neste sítio é a extrusão dos parafusos bloqueados proximais da cabeça umeral e perfuração articular subsequente. Este evento é atribuído principalmente à má indicação dos dispositivos para o tratamento de fraturas complexas de Úmero proximal, em especial quando em conjunto com situações de importante osteoporose. O segundo evento adverso mais frequente caracteriza-se por fratura secundária do córtex ósseo contralateral em osteotomias altas da

Tíbia. A frequência destes dois modos de falha está ligada ao fato desta revisão ter encontrado mais trabalhos abordando o uso de placas anatômicas nestes sítios de fratura.

O modo de falha que mais ocorre, independente do sítio fraturário de ocorrência, caracteriza-se por fadiga e consequente quebra da placa ao nível da fratura. A falha está relacionada à sobrecarga imposta aos dispositivos em vista da ausência de suporte ósseo. Este mecanismo, juntamente com o encontro de erros técnicos da equipe médica que realizou o procedimento cirúrgico, são as causas que mais levam ao evento em questão. A quebra das placas aconteceu com mais frequência nos dispositivos utilizados para o tratamento de fraturas distais do Fêmur, seguido pelas fraturas periprostéticas e trocântéricas do fêmur.

5. REFERÊNCIAS

AAOS. Locking Plates for Extremity Fractures A Technology Overview. **American Academy of Orthopaedic Surgeons**, 2008.

ALDRIAN, S.; SCHUSTER, R.; HAAS, N.; ERHART, J.; STRICKNER, M.; BLUTSCH, B.; WERNHART, S.; LEITGEB, J.; PLATZER, P. Fixation of supracondylar femoral fractures following total knee arthroplasty: Is there any difference comparing angular stable plate fixation versus rigid interlocking nail fixation?. **Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery**, v. 133, n. 7, p. 921–927, 2013.

BROOS, P.L.O.; SERMON, A. From unstable internal fixation to biological osteosynthesis. A historical overview of operative fracture treatment. **Acta Chirurgica Belgica**, v. 104, n. 2, p. 396–400, 2004.

BROWNER, B.D.; JUPITER, J.B.; KRETTEK, C.; ANDERSON, P.A. **Skeletal Trauma E-Book**. [s.l.] Elsevier Health Sciences, 2014.

BUTTON, G.; WOLINSKY, P.; HAK, D. Failure of less invasive stabilization system plates in the distal femur: a report of four cases. **Journal of orthopaedic trauma**, v. 18, n. 8, p. 565–570, 2004.

CHARALAMBOUS, C.P.; SIDDIQUE, I.; VALLURIPALLI, K.; KOVACEVIC, M.; PANOSE, P.; SRINIVASAN, M.; MARYNISSEN, H. Proximal humeral internal locking system (PHILOS) for the treatment of proximal humeral fractures. **Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery**, v. 127, n. 3, p. 205–210, 2007.

FRIGG, R. Development of the Locking Compression Plate. **Injury**, v. 34, p. 6–10, 2003.

GARDNER, M.J.; HELFET, D. L.; LORICH, G. Has Locked Plating Completely Replaced Conventional Plating? **AMERICAN JOURNAL OF ORTHOPEDICS-BELLE MEAD-**, 2004.

JOST, B.; SPROSS, C.; GREHN, H.; GERBER, C. Locking plate fixation of fractures of the proximal humerus: Analysis of complications, revision strategies and outcome. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**, v. 22, n. 4, p. 542–549, 2013.

JUNG, W.-H.; CHUN, C.-W.; LEE, J.-H.; HA, J.-H.; KIM, J.-H.; JEONG, J.-H. Comparative study of medial opening-wedge high tibial osteotomy using 2 different implants. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, v. 29, n. 6, p. 1063–1071, 2013.

KREGOR, P.J.; STANNARD, J.A.; ZLOWODZKI, M.; COLE, P.A. Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 103 fractures. **Journal of Orthopaedic Trauma**, v. 18, n. 8, p. 509–520, 2004.

MICIC, I.D.; KIM, K.C.; SHIN, D.J.; KIM, P.T.; PARK, I.H.; JEON, I.H. Analysis of early failure of the locking compression plate in osteoporotic proximal humerus fractures. **Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association**, v. 14, 2009.

MOONOT, P.; ASHWOOD, N.; HAMLET, M. Early results for treatment of three-and four-part fractures of the proximal humerus using the PHILOS plate system. **Bone & Joint Journal**, v. 89, n. 9, p. 1206–1209, 2007.

MÜLLER, M.; KÄÄB, M.; TOHTZ, S.; HAAS, N.P.; PERKA, C. Periprosthetic femoral fractures: Outcome after treatment with LISS internal fixation or stem replacement in 36 patients. **Acta Orthopaedica Belgica**, v. 75, n. 6, p. 776–783, 2009.

NIEMEYER, P.; SÜDKAMP, N. P. Principles and clinical application of the locking compression plate (LCP). **Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca**, v. 73, p. 221–228, 2006.

OWSLEY, K.C.; GORCZYCA, J.T. Displacement/Screw Cutout After Open Reduction and Locked Plate Fixation of Humeral Fractures. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 90, p. 223–240, 2008.

PERREN, S.M. Fracture healing - The evolution of our understanding. **Acta Chirurgiae Orthopaedicae et Traumatologiae Cechoslovaca**, v. 75, p. 241–246, 2008.

RUCHHOLTZ, S.; EL-ZAYAT, B.; KRESLO, D.; BÜCKING, B.; LEWAN, U.; KRÜGER, A.; ZETTL, R. Less invasive polyaxial locking plate fixation in periprosthetic and peri-implant fractures of the femur - A prospective study of 41 patients. **Injury**, v. 44, n. 2, p. 239–248, 2013.

SAGALOVSKY, S.; SCHONERT, M. The cell and molecular biology of bone fracture repair : role of the transforming growth factor- β 1 in activation reparative osteogenesis. **Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics**, p. 136–143, 2014.

SCHÜTZ, M.; MÜLLER, M.; KRETTEK, C.; HÖNTZSCH, D.; REGAZZONI, P.; GANZ, R.; HAAS, N. Minimally invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS: a prospective multicenter study. Results of a

clinical study with special emphasis on difficult cases. **Injury**, v. 32, n. Suppl 3, p. SC48-54, 2001.

SCHÜTZ, M.; SÜDKAMP, N. P. Revolution in plate osteosynthesis: new internal fixator systems. **Journal of orthopaedic science**, 2003.

SEINSHEIMER III, F. Subtrochanteric fractures of the Femur. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, p. 300–306, 1978.

SPROSS, C.; PLATZ, A.; ERSCHBAMER, M.; LATTMANN, T./ DIETRICH, M. Surgical treatment of Neer Group VI proximal humeral fractures: retrospective comparison of PHILOS® and hemiarthroplasty. **Clinical Orthopaedics and Related Research®**, v. 470, n. 7, p. 2035–2042, 2012.

STOFFEL, K. K. Modern Concepts in Plate Osteosynthesis. **Mechanical Engineering**, n. 13, p. 1–190, 2007.

VALLIER, H.A.; HENNESSEY, T.A.; SONTICH, J.L.; PATTERSON, B.M. Failure of LCP condylar plate fixation in the distal part of the femur. A report of six cases. **The Journal of Bone & Joint Surgery [Am]**, v. 88, n. 4, p. 846–53, 2006.

WIESER, K.; BABST, R. Fixation failure of the LCP proximal femoral plate 4.5/5.0 in patients with missing posteromedial support in unstable per-, inter-, and subtrochanteric fractures of the proximal femur. **Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery**, v. 130, n. 10, p. 1281–1287, 2010.

WIRTZ, C.; ABBASSI, F.; EVANGELOPOULOS, D.S.; KOHL, S.; SIEBENROCK, K.A.; KRÜGER, A. High failure rate of trochanteric fracture osteosynthesis with proximal femoral locking compression plate. **Injury**, v. 44, n. 6, p. 751–756, 2013.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ e a FINEP.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O(s) autor(es) é (são) os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.