

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DA FIXAÇÃO DE FRATURAS PÓSTERO-LATERAIS DO PLATÔ TIBIAL

PROJETO DESENVOLVIDO NO NH/RESP

Isadora Ferreira Cândido, Faculdade de Engenharia Mecânica - UFU, isadorafc@hotmail.com
Cleudmar Amaral de Araújo, Faculdade de Engenharia Mecânica - UFU, cleudmar@mecanica.ufu.br
Roberto da Cunha Luciano, Faculdade de Medicina - UFU, rluciano@orthomedcenter.com.br
Rodrigo Galvão Cardoso, Faculdade de Medicina - UFU, udirgc@gmail.com

Resumo: As fraturas do platô tibial são lesões complexas que se não tratadas adequadamente podem deixar sequelas no paciente. Na maioria dos casos, o tratamento é realizado através de procedimentos cirúrgicos, e normalmente, essas fraturas são fixadas por placas de sustentação tibial convencional (Placa do tipo L). Porém, apesar de ser eficiente na maioria dos tratamentos, a placa convencional do tipo L possui algumas desvantagens. Sendo a sua maior desvantagem a impossibilidade de fixação de fraturas pósteros laterais. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fixação de fraturas póstero-laterais do platô tibial do tipo I, II e III utilizando uma geometria alternativa de placa com menores dimensões e uma menor quantidade de parafusos. As etapas de validação consistiram na avaliação da resistência mecânica desta placa e na estabilidade de uma fratura simulada utilizando modelagem por elementos finitos, comparando os resultados com uma fixação feita por placa convencional do tipo L. Os resultados obtidos com a simulação mostraram um comportamento mecânico similar para as fixações indicando que uma placa com menores dimensões pode ser utilizada em fraturas póstero-laterais da tibia.

Palavras chave: Placa do tipo L, Fratura do platô tibial, Elementos Finitos, Ortopedia, Engenharia Biomecânica.

1. INTRODUÇÃO

O joelho é uma das maiores articulações do corpo humano e tem grande importância na locomoção humana. Ele é constituído pela extremidade distal do fêmur e pela extremidade proximal da tibia. Segundo Moore e Dalley (2007), a tibia é o segundo maior osso do corpo humano que suporta peso, e sua parte superior é chamada de platô tibial, conforme pode ser observado na Fig.1 (a).

As fraturas do platô tibial são lesões complexas que se não tratadas adequadamente podem deixar sequelas no paciente. Essas fraturas podem ser classificadas de acordo com seu grau, uniformizando assim, uma linguagem internacional na abordagem das lesões. De acordo com Kfuri Junior et al. (2006), as fraturas do platô tibial podem ser classificadas segundo o método de Schatzker em seis grupos, conforme mostrado na Fig.1 (b).

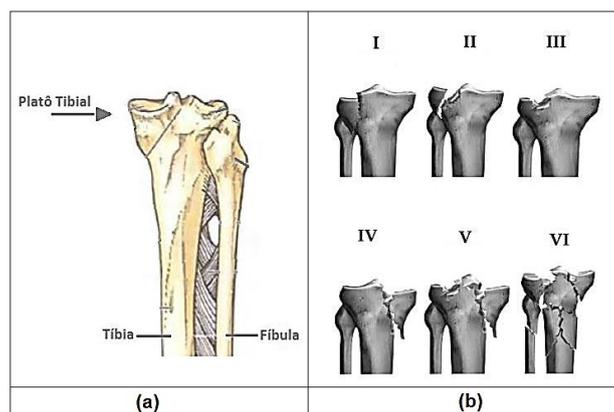


Figura 1. (a) Representação da tibia e da fibula. (MOORE; DALLEY, 2007). (b) Tipos de fraturas segundo o método de Schatzker. Fonte: (KFURI JUNIOR et al., 2006).

O tratamento das diferentes fraturas é realizado, na maioria dos casos, através de procedimento cirúrgico. A forma de fixação depende da lesão e do tipo da fratura, e normalmente, é realizada por redução aberta e fixação interna com placas de compressão óssea e parafusos.

Atualmente, a placa de sustentação tibial convencional (Fig. 2) é a mais utilizada para o tratamento dessas fraturas. Porém, apesar de ser eficiente na maioria dos tratamentos, ela possui algumas desvantagens relacionadas à sua geometria, dimensões e quantidade de parafusos; sendo sua maior desvantagem a impossibilidade de fixação de fraturas

pósteros laterais, pois a cabeça da fíbula limita o acesso à região proximal e posterior do platô tibial, deixando um espaço muito exíguo para a fixação da fratura.



Figura 2 – Placa de sustentação convencional (Placa do Tipo L) fixada ao osso. (MULLER et al., 1991)

Segundo profissionais da área, quando ocorrem fraturas pósteros laterais, a solução para estabilidade da lesão é utilizar a placa tipo L adaptada com outras placas e parafusos de suporte, conforme pode ser observado na Fig. 3 abaixo.

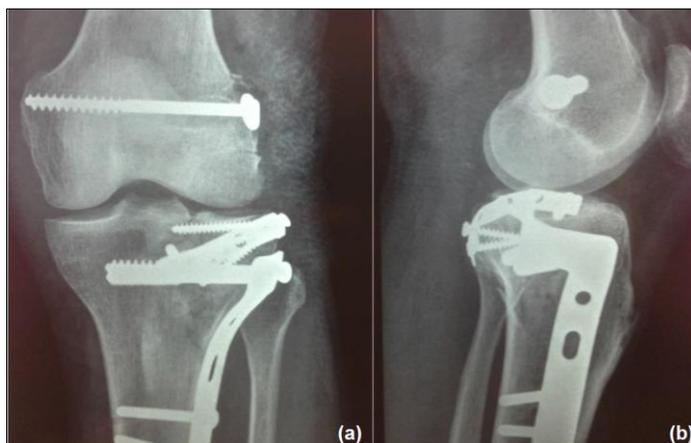


Figura 3 – Vistas frontal (a) e lateral (b) de uma fratura do platô tibial lateral com componentes de lesão óssea pósterolateral, fixada com uma placa convencional de sustentação do tipo L, juntamente com outra placa e parafusos adaptados.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da fixação do platô tibial para fraturas do tipo I, II e III pósteros laterais comparando uma placa convencional tipo L e uma placa com menores dimensões e menor quantidade de parafusos. Os estudos foram realizados através de modelos tridimensionais de elementos finitos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A concepção dos modelos numéricos que possam replicar o modelo real da tibia não é uma tarefa simples, devido à sua geometria complexa e o fato do osso apresentar características anisotrópicas. Por isso, para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada uma geometria simplificada, a qual foi modelada utilizando o software *Autodesk Inventor Professional 2014*.

Além do modelo tridimensional da tibia, também foram modeladas a placa convencional do tipo L e a placa alternativa. Estas placas possuem parafusos de ângulos fixos, e o material utilizado na modelagem numérica das placas foi uma liga de titânio Ti-6Al-4V.

Para a realização da montagem da placa ao osso da tibia foi necessário primeiramente, conformá-la no formato do osso seguindo a sua curvatura, e para isso, foi utilizado o software *STAMPAK®* para a realização do processo de conformação. Posteriormente foi realizada a adaptação dessas placas ao osso da tibia, mais especificamente ao platô tibial lateral.

Forças atuantes durante a marcha foram simuladas e aplicadas na tibia. Porém, conforme mencionado por Kim et al. (2010), logo após a cirurgia é necessário um tempo de repouso, e o valor da carga aplicada sobre o osso da tibia pode ser estimada em aproximadamente 10% do peso do corpo. Como a carga aplicada sobre fratura, força do côndilo medial

(F_{CM}), é a força que mais influencia na estabilidade funcional foram simulados dois valores de forças. Um que representa o valor aproximado de 10% do peso do corpo e outro que simula uma carga crítica.

Os valores utilizados foram de 40 N e 80 N para a força no côndilo medial (F_{CM}), 40 N para a força no côndilo lateral (F_{CL}), 78 N para a força do ligamento cruzado posterior (F_{LCP}), 165 N para a força do ligamento cruzado anterior (F_{LCA}), 520.5 N para a força do gastrocnêmio (F_G) e 416 N para a força dos isquiotibiais (F_H). Esses carregamentos aplicados ao modelo da tibia fratura fixada com a placa convencional do tipo L podem ser observados na Fig. 4 abaixo.

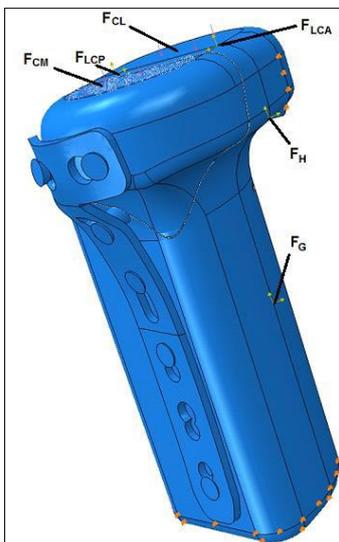


Figura 4 – Forças aplicadas ao modelo utilizando a placa convencional do tipo L.

Além dos carregamentos foram simulados os contatos mecânicos entre as superfícies. No modelo da placa com a tibia fraturada existe atrito entre a fratura e a tibia, e atrito entre os implantes e o osso. Assim, foi utilizado um atrito de 0.7 entre a fratura e o corpo da tibia, um atrito de 0.3 entre metal e osso e a condição de “colado” entre parafuso e placa.

O corpo da tibia foi fixado na sua base inferior e na lateral contrária a fratura nos três graus de liberdade, para evitar a flambagem durante a aplicação das forças, simulando assim, estruturas musculares e os ligamentos.

4. RESULTADOS

Avaliou-se o nível de tensão de Von Mises na região mais crítica da placa, e o campo de deslocamento total resultante entre a fratura e o osso da tibia. Essas análises foram realizadas considerando dois valores diferentes de cargas no côndilo medial (F_{CM}), 40N e 80N, pois conforme mencionado anteriormente, a força do côndilo medial é a força que afeta diretamente a fratura e mais influencia nos resultados.

Os valores de tensão de Von Mises [MPa] foram analisados nos pontos mais solicitados das placas para os dois valores de cargas (40 N e 80 N), e essas curvas de tensão de Von Mises [MPa] x pontos analisado podem ser observadas na figura 5.

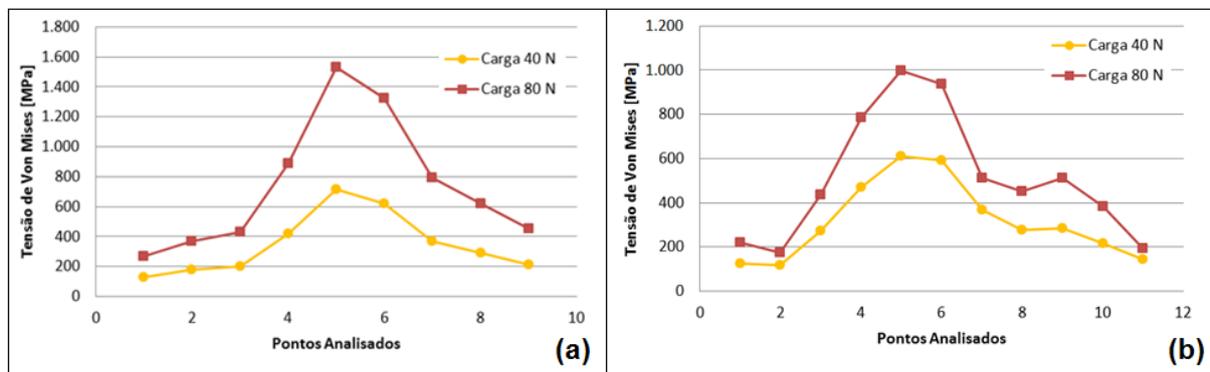


Figura 5 – Tensão de Von Mises [MPa] x Pontos Analisados, analisadas para os carregamentos de 40 N e 80 N. (a) Modelo utilizando a placa convencional do tipo L. (b) Modelo utilizando a placa alternativa.

Quando aplicado a carga de 40 N os valores encontrados de máximas tensões na placa convencional do tipo L foi de 713.9 N, e na placa alternativa foi de 609.4 N. Além da carga de 40 N, foi aplicada uma carga de 80 N sobre o côndilo

medial, a fim de simular um carregamento crítico, e os valores encontrados de máximas tensões na placa convencional do tipo L foi de 1529.1 N, e na placa alternativa foi de 998.4 N.

De acordo com Ratner et al. (2004), o limite de escoamento da liga de titânio Ti-6Al-4V é de 1034 Mpa. Portanto, no caso da carga de 80 N a placa convencional sofreria falha. Portanto, 80 N é um carregamento crítico nas análises realizadas com os modelos de elementos finitos.

Também foi analisado o campo de deslocamento total resultante entre a fratura e o osso da tíbia. Os valores de deslocamentos médios podem ser observados na Fig. 6 abaixo, a qual compara a diferença de estabilidade entre as duas placas.

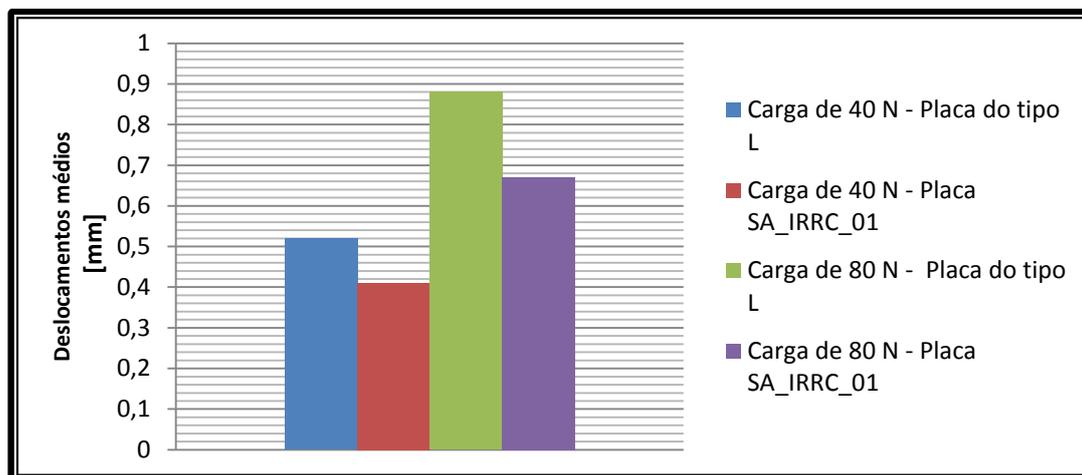


Figura 6 – Deslocamentos relativos médios.

Pode-se observar que os valores encontrados de deslocamento máximo aplicando a carga de 40 N, para a placa convencional do tipo L foi de 0.76 mm, e para a placa alternativa foi de 0.50 mm. E no caso da carga aplicada ser a crítica (80 N), os valores encontrados de deslocamento máximo na placa convencional do tipo L foi de 1.36 mm e na placa alternativa foi de 0.83 mm.

5. CONCLUSÃO

A simulação numérica do modelo utilizando a placa alternativa apresentou um comportamento mecânico similar ao modelo utilizando a placa convencional do tipo L. Além disso, os valores de tensões e deslocamentos foram da mesma ordem de grandeza nos dois modelos. Porém, a placa alternativa possui uma geometria e dimensões menores, além de utilizar uma menor quantidade de parafusos; apresentando assim, um resultado bastante satisfatório.

Não foram apresentados nesse artigo imagens, nem muita informação, sobre esta nova placa. Pois esta encontra-se em processo de registro de patente.

6. REFERÊNCIAS

- KFURI JÚNIOR, M.; FOGAGNOLO, F.; BITAR, R. C.; FREITAS, R. L.; SALIM, R.; PACCOLA, C. A. J. Fraturas do planalto tibial. *Revista Brasileira de Orthopedia*, v. 44(6), p. 468-474, 2009.
- KIM, S.-H.; CHANG, S.-H.; JUNG, H.-J. The finite element analysis of a fractured tibia applied by composite bone plates considering contact conditions and time-varying properties of curing tissues. *Composite Structures*, v. 92, p. 2109-2118, 2010.
- MOORE, K. L.; DALLEY, A. F. *Anatomia Orientada para a Clínica*. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2007.
- MULLER, M. E.; ALLGÖWER, M.; SCHNEIDER, R.; WILLENEGGER, H. *AO Manual of Internal Fixation*. Berlin: Springer, n. 3ª, 1991.
- RATNER, B. D.; HOFFMAN, A. S.; SCHOEN, F. J.; LEMONS, J. E. *Biomaterials Sciences: An Introduction to Materials in Medicine*. 2ª. ed. Londres: Elsevier Academic Press, 2004.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento (CAPES, CNPq e FAPEMIG) e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio financeiro. Agradecem também, ao Laboratório de Projetos Mecânicos (LPM) e ao Núcleo de Habilitação e Reabilitação em Esportes Paralímpicos (NH/RESP).

8. ABSTRACT

Injuries in patients can be happen if complex lesions like tibial plateau fractures are not properly handled. Most of the time, the treatment is performed by surgical procedures, and usually, the fixation of fractures of the tibial plateau is made by conventional tibial plates (called L type). However, despite to good results and efficiency in the majority of cases, the conventional L type plate has some drawbacks. Although, the greatest disadvantage of this fixation system is that it is not appropriated to posterolateral fractures fixation. Therefore, the objective of this work was to evaluate the fixation of posterolateral tibial plateau fractures type I, II and III, using an adapted geometry to the shape of the tibia, and a minor amount of orthopedic screws. This new fixation system was designed with small length and stability simulated by finite element model. The reached results with the simulation showed similar mechanical behavior for fixation. This new system proposed can be efficiently used to posterolateral fractures of the tibial plateau.

9. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.