

PROJETO DE UM NOVO IMPLANTE PARA O REPARO DE LESÕES DO MANGUITO ROTADOR

Marcília Valéria Guimarães, LPM/FEMEC, mygmad@gmail.com
Cleudmar Amaral de Araújo, LPM/FEMEC, cleudmar@mecanica.ufu.br
Dagoberto de Oliveira Campos, FAMED, decir@ufu.br
Thiago Corrêa do Carmo, FAMED, tccarmo@gmail.com
Franco A. C. Martins, FAMED, francoacm@yahoo.com.br
Elton Diêgo Bonifácio, LPM/FEMEC, eltondbonifacio@yahoo.com.br

Resumo. As lesões do manguito rotador geram incapacidade funcional e dor no ombro dos indivíduos. O tratamento cirúrgico para a reparação da lesão é realizado, em geral, por artroscopia utilizando âncoras de sutura. Estes implantes podem ser metálicos ou não e suportam fios de sutura. A função primordial destes dispositivos é fornecer uma fixação estável do tendão ao osso favorecendo assim o processo de cicatrização. No entanto, a dificuldade da passagem e amarração dos fios aumenta o tempo cirúrgico e os custos. Diante das dificuldades cirúrgicas apresentadas pelas âncoras de sutura, o principal objetivo deste trabalho foi desenvolver um implante alternativo às âncoras de sutura, que não utilize fios de sutura e que seja aplicado de forma direta e rápida. O implante proposto foi projetado no formato de um grampo de titânio. A validação do novo implante consistiu na verificação da resistência e na estabilidade em reparos do manguito rotador utilizando modelagem por elementos finitos. Para a realização das simulações numéricas foram obtidos parâmetros de forças atuantes na união do tendão ao osso através de ensaios de tração com amostras de tendão e úmero bovinos. O reparo do tendão foi realizado usando âncora de sutura. As forças estimadas serviram para a determinação dos carregamentos que poderiam atuar no reparo do manguito rotador utilizando o implante proposto. Um modelo em elementos finitos do reparo com âncora de sutura foi feito para entender o fenômeno físico de amarração dos fios. A simulação considerando os implantes foi feita utilizando um modelo tridimensional simplificado do úmero e tendão supraespinhal. Os resultados obtidos mostraram que o novo dispositivo forneceu uma fixação estável do tendão ao osso.

Palavras chave: Manguito rotador, Lesões, Grampo, Âncora de sutura, Elementos Finitos.

1. INTRODUÇÃO

As lesões do manguito rotador estão entre as mais frequentes causas de dor no ombro merecendo uma atenção cada vez maior no seu diagnóstico e tratamento. Nas últimas duas décadas, o procedimento de reparo de lesões do manguito rotador passou por mudanças significativas. A cirurgia aberta utilizando a técnica da sutura transóssea para a fixação do tendão ao osso foi gradativamente sendo substituída pela cirurgia artroscópica. A técnica artroscópica para o reparo do manguito rotador se desenvolveu graças à invenção das âncoras de sutura na metade dos anos 80 (Ozbaydar et al., 2007).

As âncoras de sutura desde sua invenção se constituem nos implantes mais utilizados no tratamento de lesões do manguito rotador. O principal inconveniente da técnica cirúrgica envolvendo estes dispositivos é a dificuldade da passagem e amarração dos fios. Para contornar este problema, algumas empresas desenvolveram novos sistemas de fixação por âncoras sem utilizar fios de sutura. Entretanto, existem poucas pesquisas comprovando a eficiência destes implantes com relação à resistência mecânica e ao fornecimento de fixação segura durante o período de cicatrização (Cummins et al., 2003). Isto pode ser uma possível explicação para o fato destes implantes não terem uma utilização tão grande quanto às âncoras de sutura.

2. PROJETO DO NOVO DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO

O novo dispositivo de fixação proposto para o reparo de lesões do manguito rotador foi baseado em um implante ortopédico denominado grampo de Blount.

Neste novo sistema, a largura do implante é dependente do diâmetro máximo da cânula utilizada na artroscopia do manguito rotador. Este implante não utiliza fios de sutura. A altura do dispositivo varia na faixa de 18 a 22 mm. Presume-se que esta medida permitirá ao implante atingir uma boa profundidade no osso trabecular do úmero.

3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A metodologia experimental foi empregada para avaliar a resistência do fio que mantém o tendão próximo ao osso em um procedimento feito com âncora de sutura. Para tal abordagem foram utilizadas amostras de úmero e tendão bovinos (ver fig. (1)). Neste caso, a força até a falha do reparo foi estimada por meio de um ensaio de tração realizado a

uma velocidade de 15 mm/min. A Figura (2) mostra a máquina de ensaio mecânico e também o esquema do posicionamento da amostra de tendão e úmero na máquina para os testes de tração.

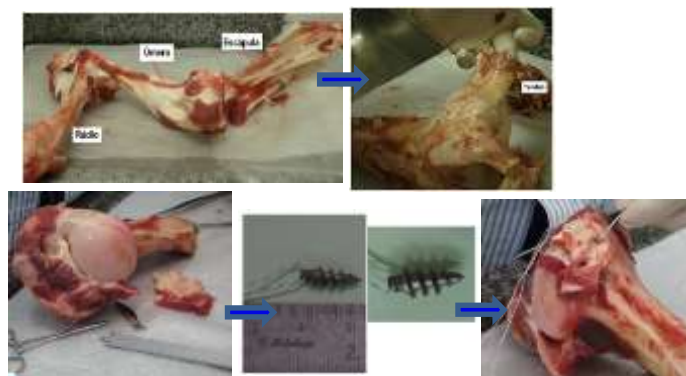


Figura 1. Procedimento experimental para o reparo do manguito rotador.

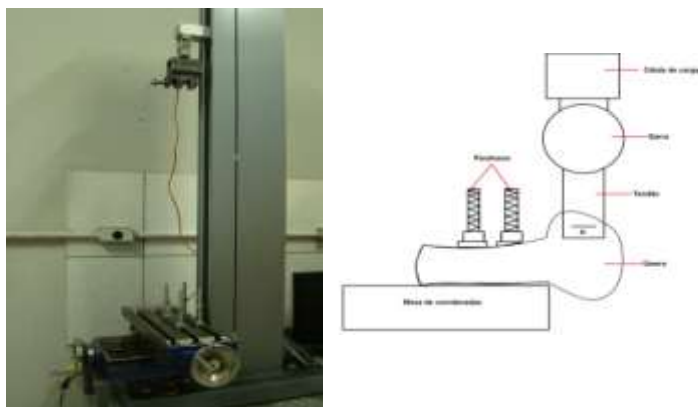


Figura 2. Testes de tração das amostras de úmero e tendão bovinos.

4. AVALIAÇÃO NUMÉRICA DO REPARO DO MANGUITO ROTADOR

A validação do novo implante foi feita utilizando modelagem por elementos finitos. Neste primeiro momento a resistência e a estabilidade do reparo com o novo implante foi avaliada empregando um modelo tridimensional simplificado do úmero e tendão supraespinhal. Um modelo de elementos finitos comparativo foi desenvolvido para o entendimento do fenômeno físico do reparo realizado com a âncora de sutura.

Em ambos os modelos o tendão supraespinhal e o úmero foram considerados como sendo elásticos e isotrópicos. À âncora e ao grampo foram atribuídas as propriedades mecânicas do titânio.

As forças do infraespinhal e subescapular foram aplicadas em pontos situados próximo ao tendão supraespinhal sendo seus valores de 4 N e 5 N respectivamente. No tendão supraespinhal forças de tração de 10, 30 e 50 N foram aplicadas na área proximal do tendão de maneira a simular a força de contração muscular. Além das forças musculares mencionadas, uma carga de 10 N foi aplicada na extremidade distal do úmero representando um peso sustentado pela mão.

No modelo com o dispositivo proposto, uma força de 30 N foi aplicada na face superior de cada implante. Este valor de 30 N foi estimado considerando uma parcela da força obtida com o ensaio de tração.

No modelo com a âncora de sutura, os fios de sutura foram representados por forças estimadas através do ensaio de tração. Estas forças foram aplicadas em quatro furos feitos no tendão de modo a refletir o local por onde passariam os fios de sutura. A análise foi feita em dois passos de carga, no passo 1 foram aplicadas as forças nos furos e no passo 2 as cargas de 10, 30 e 50 N foram aplicadas no tendão.

O úmero foi fixado em uma linha próxima ao tendão que contorna todo o diâmetro da estrutura óssea. O objetivo de simular a estrutura do ombro em atividade considerando o peso sustentado na mão e uma reação do respectivo tendão.

As simulações numéricas foram realizadas no programa Abaqus/Standard® e o elemento sólido tridimensional que melhor se adequou aos modelos foi o elemento C3D10 como pode ser visto na fig. (3).

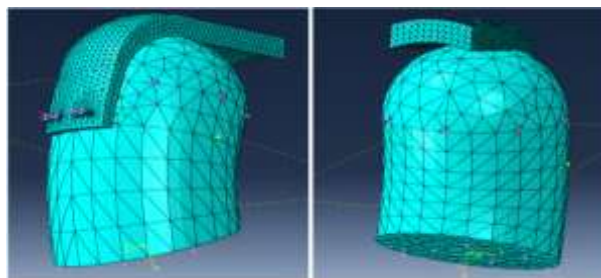


Figura 3. Modelo malhado com o elemento tridimensional escolhido.

5. RESULTADOS

5.1. Ensaios de tração

A Figura (4) mostra as curvas de força (N) x deslocamento (mm) obtidas com os ensaios de tração. A força média até a falha do reparo do manguito rotador foi de 90,33 N.

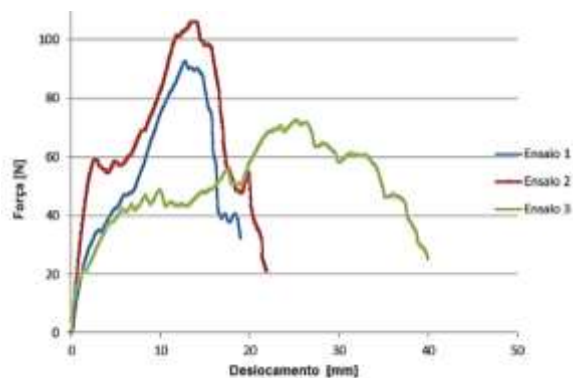


Figura 4. Curvas obtidas com os ensaios de tração.

5.2. Análise numérica feita com o implante projetado

As Tabelas (1) e (2) mostram respectivamente os resultados da tensão de von Mises para o implante proposto e para o tendão. Na Figura (5) pode-se ver a distribuição de tensão no modelo com o implante projetado.

Tabela 1. Tensão máxima de von Mises para o implante projetado para as forças de 10, 30 e 50 N.

Forças aplicadas no tendão [N]	Tensão de von Mises [MPa]
10	44,22
30	47,89
50	74,40

Tabela 2. Tensão máxima de von Mises no tendão para as forças de 10, 30 e 50 N.

Forças aplicadas no tendão [N]	Tensão de von Mises [MPa]
10	5,38
30	16,31
50	27,52

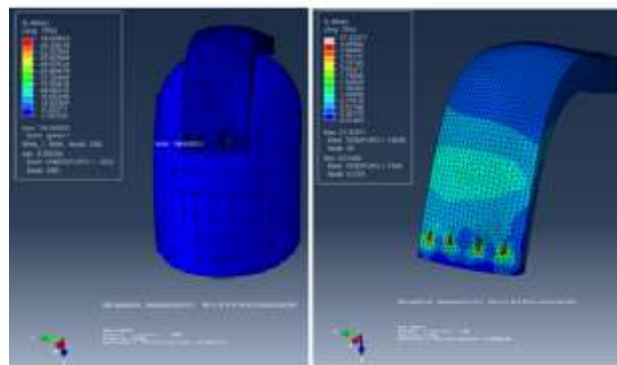


Figura 5. Distribuição de tensão de von Mises no modelo com o implante projetado.

5.3. Análise numérica feita com a âncora de sutura

As Tabelas (3) e (4) mostram respectivamente os resultados da tensão de von Mises para o grampo e o tendão.

Tabela 3. Tensão máxima de von Mises na âncora para os dois passos de carga.

Passo de carga 1	Passo de carga 2	
Tensão de von Mises [MPa]	Forças aplicadas ao tendão [N]	Tensão de von Mises [MPa]
240,17	10	227,63
240,17	30	199,65
240,17	50	171,58

Tabela 4. Tensão máxima de von Mises no tendão para os dois passos de carga.

Passo de carga 1	Passo de carga 2	
Tensão de von Mises [MPa]	Forças aplicadas ao tendão [N]	Tensão de von Mises [MPa]
217,93	10	205,98
217,93	30	180,47
217,93	50	154,98

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a simulação numérica mostraram que a resistência mecânica do implante de titânio proposto foi adequada considerando as solicitações impostas.

Os dados de tensão encontrados para o modelo com o novo implante foram significativamente inferiores às tensões obtidas com o modelo feito com a âncora de sutura. Tal fato pode contribuir para a boa manutenção do reparo do manguito rotador e consequentemente melhorar sua estabilidade.

7. AGRADECIMENTOS

Ao LPM, a FAMED, a Pós-Graduação da FEMEC e aos órgãos de fomento (CAPES, CNPq e FAPEMIG).

8. REFERÊNCIAS

- Cummins, C. A.; Strickland, S.; Appleyard, R. C.; Szomor, Z. L.; Marshall, J.; Murrell, G. A. C. Rotator cuff repair with bioabsorbable screws: an in vivo and ex vivo investigation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, v. 19, p. 239 - 248, 2003.
- Ozbaydar, M.; Elhassan, B.; Warner, J. J. P. The use of anchors in shoulder surgery: a shift from metallic to bioabsorbable anchors. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, v. 23, p. 1124 - 1126, 2007.