



AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CRIMPAGEM DE UM STENT CORONÁRIO POR HIDROCONFORMAÇÃO

Rogério de Araújo; Sonia A. Goulart Oliveira

Os ataques do coração têm sido um dos maiores causadores de morte em todo o mundo. Estes ataques são quase sempre provocados pelo fechamento do lúmen arterial, e isto se deve principalmente ao acúmulo de lipídios e outras substâncias ou em decorrência do tabagismo, má alimentação, sedentarismo, dentre outros.

A comunidade científica tem buscado desenvolver várias técnicas e dispositivos que visam eliminar ou até mesmo extinguir este problema. A técnica mais conhecida é a Angioplastia Coronária Transluminal Percutânea (ACTP). Esta técnica consiste na introdução de um cateter, dotado de um balão inflável na sua extremidade, o conjunto é conduzido até a região obstruída pela placa de gordura (acúmulo de lipídio). Esta técnica não é totalmente eficiente, pois de acordo com Caramori et al. (1997) a reestenose (tendência natural de um novo fechamento da artéria após o procedimento de ACTP) pode ocorrer em cerca de 30% a 40% dos pacientes nos primeiros seis meses após a ACTP. Na tentativa de diminuir a ocorrência da reestenose, em 1964 dois pesquisadores sugeriram o implante de um dispositivo chamado stent, uma prótese metálica em formato cilíndrico, cuja função é reforçar a parede arterial na região enfraquecida após a angioplastia. A principal motivação de vários pesquisadores pelo mundo tem sido a tentativa de desenvolver stents cada vez mais eficientes, no que diz respeito aos danos arteriais durante seu implante, eliminação da ocorrência da reestenose e rejeição de seu material, dentre outros.

Discussões com especialistas médicos da área mostraram a existência de uma grande preocupação com o comportamento do stent durante a etapa de montagem sobre o cateter-balão, mais conhecido como “crimpagem”. Este processo consiste na aplicação de uma pressão sobre a superfície externa do stent, com a finalidade de promover uma redução de seu diâmetro, através de deformação plástica, para que o mesmo se mantenha afixado sobre o balão de angioplastia.

O objetivo deste estudo foi adquirir um maior conhecimento sobre o processo de montagem do stent (processo de crimpagem), assim como a modelagem e adaptação do mesmo à simulação utilizando o programa Stampack®. A proposta inicial é utilizar o módulo de hidroconformação deste programa para aplicar uma pressão uniforme no conjunto stent-balão-cateter. Este estudo refere-se apenas à parte inicial do projeto de doutorado apresentado ao Programa de Pós Graduação de Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia (FEMEC/UFU). O teste inicial de simulação deste processo foi modelado com os seguintes dispositivos, como mostra a Fig. 1: (I) stent (modelo comercial utilizado por Araújo (2007) em seu trabalho); (II) balão de angioplastia na configuração dobrada (idealizado por um cilindro) e (III) cateter (idealizado por um cilindro).

Os modelos tridimensionais dos dispositivos envolvidos no processo de crimpagem (stent, cateter e balão) possuem as mesmas dimensões dos disponíveis comercialmente. Cabe ressaltar que estas dimensões estão em escala ampliada da ordem de 100/1, de forma a otimizar o tempo de cálculo computacional.

Para a criação da malha de elementos finitos foram adotados elementos triangulares do tipo casca (Araujo, 2007) em uma distribuição de malha não estruturada. Para as malhas de elementos finitos do balão e cateter foram utilizados elementos de volume (tetragonais) em uma distribuição estruturada. O material do stent utilizado neste teste inicial assim como suas propriedades mecânicas foram os mesmos utilizados por Araújo (2007). O modelo que o programa Stampack® utiliza na simulação do comportamento mecânico do balão e cateter, é o modelo constitutivo hiperelástico de Ogden. A pressão utilizada no processo foi de $4,2 \times 10^7$ (Pa) em escala ampliada, equivalente a aproximadamente 0,42 (MPa) em escala real. A execução da simulação foi iniciada, tomando um tempo computacional total de aproximadamente 10 horas. A partir de então, foi possível extrair alguns resultados.

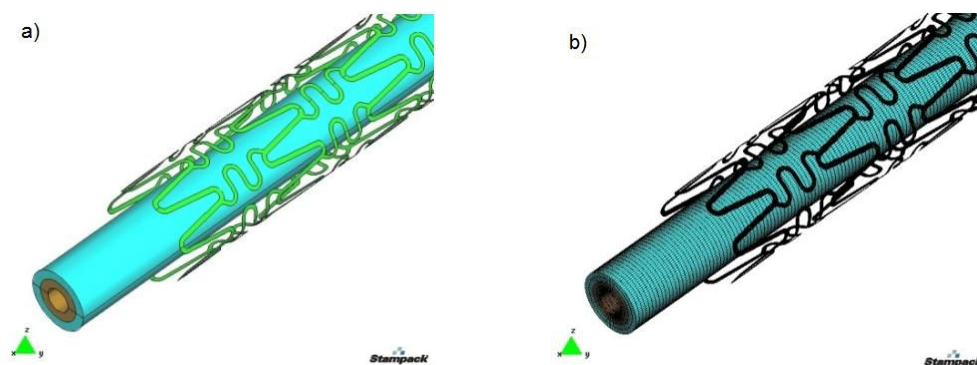


Figura 1 – Conjunto de dispositivos utilizados no processo de crimpagem do stent. (a) Sem malha de elementos finitos e (b) com malha de elementos finitos.

A Figura 2(a) ilustra o conjunto stent/cateter/balão após o processo de crimpagem. A redução do diâmetro do stent em relação ao diâmetro inicial após o processo foi de aproximadamente 35%, ou seja, um diâmetro final de 194 mm. A deformação plástica equivalente, mostrada na Fig. 2 (b) indica a região do stent que sofreu o maior grau de deformação plástica. É possível notar ainda que esta deformação plástica encontra-se bem distribuída. De acordo com Serruys e Kutryk, (1998), a deformação plástica e conseqüentemente o encruamento contribui para o enrijecimento do stent, resultando em uma boa afixação do stent sobre o balão, não oferecendo risco de desprendimento do mesmo durante o processo de implante.

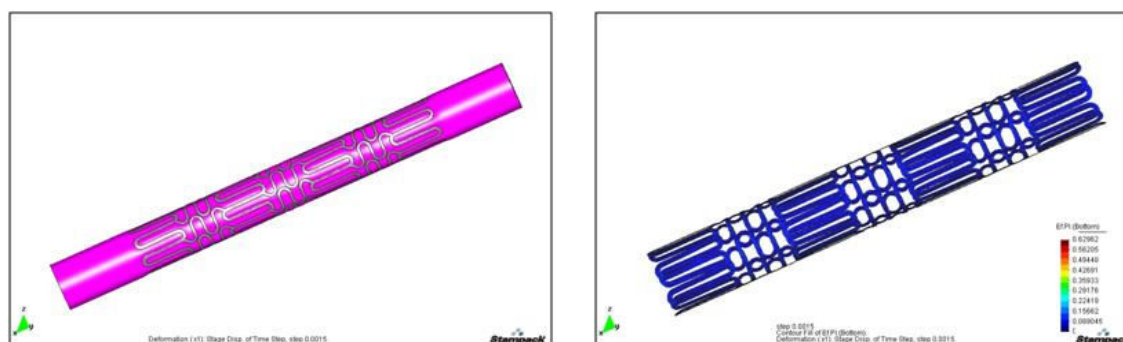


Figura 2 – Resultados da simulação do processo de crimpagem.

Tendo em vista os resultados obtidos no presente trabalho podemos concluir que o processo de crimpagem utilizando o módulo de hidroconformação do programa Stampack® se mostrou eficiente e viável, sendo necessário apenas alguns ajustes na geometria e nos parâmetros do processo.

REFERÊNCIAS

- CARAMORI, P. R., YAMAMOTO, G. I., ZAGO, A. J., **Reestenose pós angioplastia**. Fisiopatogenia, Arq. Bras. Cardiol. Vol. 69, n.2, São Paulo, Agosto 1997.
- ARAUJO, A., **Simulação numérica do processo de expansão de stents para angioplastia por hidroconformação**, 2007, 96 p., Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil.
- SERRUYS, P. W., KUTRYK, M. J. B., **Handbook of Coronary Stents**. Ed. Martin Dunitz, 1998.