

Predição do Comportamento Mecânico de Segmentos de Íleo Terminal de Ratos por meio do Modelo Sigmoidal de Boltzmann

Eduardo Lucas Konrad Burin¹, Huei Diana Lee², Maksoel Agustin Krauspenhar Niz³, Cláudio Saddy Rodrigues Coy⁴, Juvenal Ricardo Navarro Góes⁵, João José Fagundes⁶, Feng Chung Wu⁷

Abstract — *This work has the objective of evaluating the sigmoidal model of Boltzmann (MB) in predicting the mechanical behavior of rat's terminal ileum. Ten terminal ileum segments were submitted to the Total Energy of Rupture test (ETR), where the mechanical behavior of this loops were reproduced by Force x Elongation graphs. Afterwards, initial portions of the curves generated during the essay were considered for the MB's fitting. In order to evaluate the capability of the MB in predicting the remaining points, the areas under the curves generated by ETR were compared to the areas of the curves outlined by MB. Furthermore, the coefficient of determination was evaluated for each regression. Fifty percent of the points were considered the lower bound for which the MB was capable of predicting the mechanical behavior of the rat's ileum segments, demonstrating to be a powerful model for the analysis of non-linear viscoelastic materials.*

Index Terms — *Colon, biomechanics, experimental surgery, curve fitting, mathematical model.*

INTRODUÇÃO

O estudo do comportamento mecânico de segmentos intestinais é importante, pois complicações decorrentes de sua ruptura poderiam ser evitadas [1]. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é avaliar o modelo sigmoidal de Boltzmann com relação à capacidade de predição de curvas Força x Elongação representativas do padrão de deformação de segmentos de íleo terminal de ratos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dez segmentos de íleo terminal de ratos machos Wistar foram submetidos ao teste Energia Total de Ruptura (ETR). Por meio desse ensaio, foram delineadas as curvas Força x Elongação e suas áreas calculadas [2]. Posteriormente, como base para o ajuste do modelo de Boltzmann (MB), considerou-se 30% dos pontos correspondentes à porção inicial de cada curva Força x Elongação gerada pelo ensaio. Para avaliação da qualidade das predições, as áreas das curvas geradas pelo teste ETR foram comparadas às áreas das curvas delineadas pelo MB. O coeficiente de determinação (R^2) também foi calculado para auxiliar na determinação da eficiência de ajuste do MB. Esses mesmos

procedimentos foram delineados para 40%, 50%, 60%, 70%, 80% e 90% dos pontos. A análise estatística foi realizada aplicando-se o teste paramétrico de Dunnett ($p=0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre as áreas das curvas delineadas pelo ensaio ETR e as áreas das curvas previstas pelo MB para as avaliações realizadas considerando-se acima de 40% dos pontos ($p>0,05$). Em relação ao R^2 , não foi encontrada diferença significativa para ajustes realizados considerando-se a partir de 50% dos pontos ($p>0,05$). Os modelos matemáticos gerados por meio de ajustes e predições de curvas experimentais são de fundamental importância, pois podem contribuir para a obtenção de uma equação constitutiva que represente o comportamento mecânico do material biológico estudado, tornando possível a realização de simulações de situações reais.

CONCLUSÃO

De acordo com os critérios analisados, 50% dos pontos representou o limite a partir do qual MB foi capaz de prever o comportamento dos segmentos de íleo terminal de ratos avaliados, demonstrando assim, eficiência no equacionamento do padrão de deformação viscoelástico não-linear desses tecidos biológicos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Desenvolvimento Tecnológico Avançado (PDTA/FPTI-BR) pelo auxílio por meio da linha de financiamento de bolsas.

REFERÊNCIAS

- [1] FAGUNDES, J. J., “Estudo comparativo da cicatrização de anastomoses cólicas realizadas com auxílio do bisturi laser de dióxido de carbono: trabalho experimental em cães”, *Tese de Doutorado da Universidade Estadual de Campinas*, 1990.
- [2] WU, F. C.; LEE, H. D.; MACHADO, R. B.; DALMÁS, S.; COY, C. S. R.; et al., “Apresentação do teste Energia Total de Ruptura para avaliação de material biológico com propriedade viscoelástico não-linear”, *Acta Cir Bras*, 2004.
- [3] MACIEL, A.; BOULIC, R.; THALMANN, D., “Deformable Tissue Parameterized by Properties of Real Biological Tissue”, *International Symposium on Surgery Simulation and Soft Tissue Modeling*, 2003.

¹ Eduardo Lucas Konrad Burin, Laboratório de Bioinformática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Av. Presidente Tancredo Neves, 6731, 85866-900, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, burin85@gmail.com.

² Huei Diana Lee, Laboratório de Bioinformática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, hueidianalee@gmail.com.

³ Maksoel A. K. Niz, Laboratório de Bioinformática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, maks.niz@gmail.com.

⁴ Cláudio S. Rodrigues Coy, Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

⁵ Juvenal Ricardo Navarro Góes, Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas, Campinas, SP, Brasil.

⁶ João José Fagundes, Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

⁷ Feng Chung Wu, Laboratório de Bioinformática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fundação Parque Tecnológico de Itaipu, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil, wufc@pti.org.br.