

LIVRO DE RESUMOS - BOOK OF ABSTRACTS

5º Congresso Nacional de **Biomecânica** • 5th Portuguese Congress on **Biomechanics**

Fórum de Arte e Cultura de Espinho, Portugal 8 e 9 de Fevereiro | 8th-9th, February | 2013

Comissão Organizadora | Organizing Committee

Renato Natal Jorge

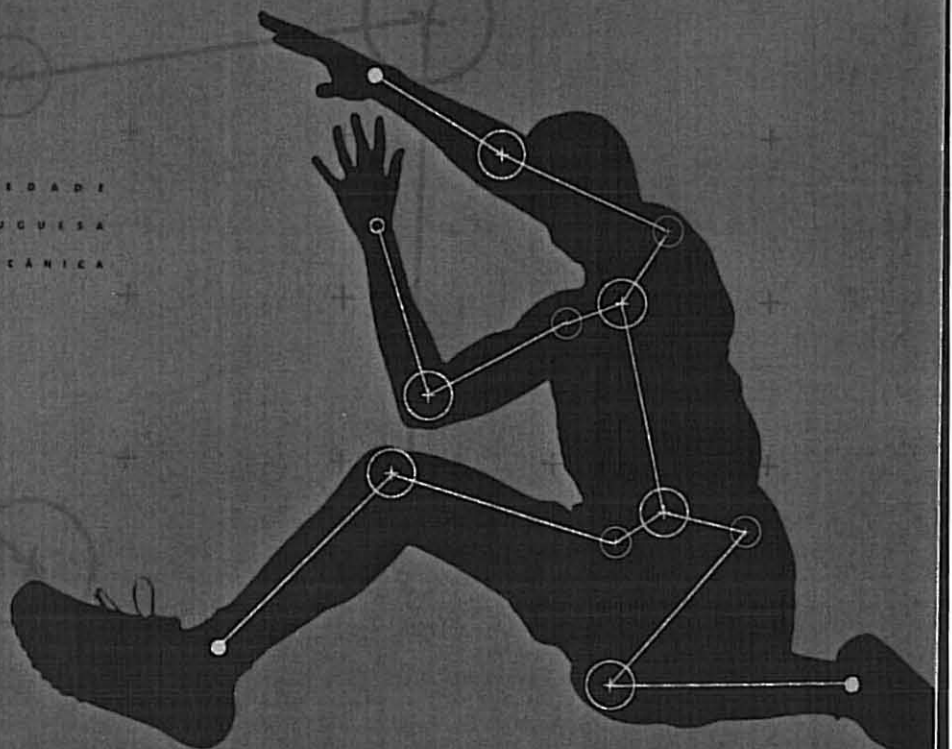
João Manuel R.S. Tavares

Jorge Belinha

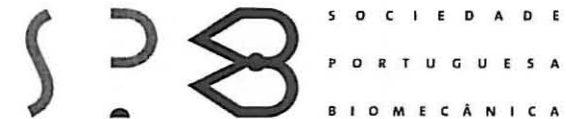
Marco Parente

Pedro Martins

 SOCIEDADE
PORTUGUESA
BIOMECÂNICA



ATAS DO
5º CONGRESSO NACIONAL DE BIOMECÂNICA
PROCEEDINGS OF THE
5TH PORTUGUESE CONGRESS ON BIOMECHANICS



COMISSÃO ORGANIZADORA / ORGANIZING COMMITTEE

Renato M. Natal Jorge, FEUP
João Manuel R.S. Tavares, FEUP
Jorge Américo de Oliveira Pinto Belinha, IDMEC-FEUP
Marco Paulo Lages Parente, IDMEC-FEUP
Pedro Alexandre Lopes de Sousa Martins, IDMEC-FEUP

Título 5º Congresso Nacional de Biomecânica

Organização Renato M. Natal Jorge
João Manuel R.S. Tavares
Jorge Américo de Oliveira Pinto Belinha
Marco Paulo Lages Parente
Pedro Alexandre Lopes de Sousa Martins

Editor IDMEC

Produção Gráfica Sersilito-Empresa Gráfica, Lda.
www.sersilito.pt

Depósito legal 354921/13

ISBN 978-989-96276-3-5

COMISSÃO CIENTIFICA / SCIENTIFIC COMMITTEE

Adélia Sequeira, IST-UTL
António Completo, Univ de Aveiro
António Silva, UTAD
António Torres Marques, FEUP
António Veloso, FMH-UTL
Arcelina Marques, ISEP-IPP
Aurélio Faria, UBI
Cristina Mateo Martinez, IDMEC
Eduardo Borges Pires, IST-UTL
Elza Fonseca, IPB
Fernanda Gentil, IDMEC, ESTSP-IPP
Fernando Simões, IST-UTL
Filipa Manuel Machado Sousa, FADEUP-UP
Gilberto Costa, FMUP-UP
Helena Moreira, UTAD
João Folgado, IST-UTL
João Levy Melancia, FML-Univ Lisboa
João MCS Abrantes, Univ Lusófona
João Paço, Hospital CUF, FML-Univ Lisboa
João Paulo Flores Fernandes, Univ Minho
João Paulo Vilas-Boas, FADEUP-UP
João Santos Baptista, FEUP-UP
Joaquim Silva Gomes, FEUP-UP
Jorge Ambrósio, IST-UTL
José Alberto Ramos Duarte, FADEUP-UP
José Carlos Reis Campos, FMDUP-UP
José Manuel Casanova, FM-Univ Coimbra
José Oliveira Simões, Univ de Aveiro
Kostas Gianikellis, Univ de Extremadura, Espanha
Leandro Machado, FADEUP-UP
Lídia Carvalho, Univ de Aveiro
Luís Roseiro, ISEC-IPC
Luisa Sousa, FEUP-UP
Manuel Gutierrez, FMUP-UP
Mário Augusto Vaz, FEUP-UP
Mario Forjaz Secca, FCT, Univ Nova de Lisboa
Miguel Tavares da Silva, IST-UTL
Miguel Velhote Correia, FEUP-UP
Paulo Piloto, IPB
Paulo Rui Fernandes, IST-UTL
Ronaldo Calçada Dias Gabriel, UTAD
Rui Barreiros Ruben, IPL
Rui Lima, IPB
Rui Miranda Guedes, FEUP-UP
Santos Rubim, ESTSP-IPP

FABRICAÇÃO DE MICROCANAIS UTILIZANDO O MÉTODO DE XUROGRAFIA: VISUALIZAÇÃO DA CAMADA LIVRE DE CÉLULAS

E. Pinto¹, D. Pinho^{1,2}, D. Bento¹, T. Correia^{1,3}, V. Garcia¹, R. Dias^{1,2}, J. M. Miranda², R. Lima^{1,2}

¹ Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Campus Stª Apolónia, 5301-857 Bragança, Portugal; ruimec@ipb.pt

² CEFT, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, Portugal;

³ CIMO, Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Campus Stª Apolónia, 5301-857 Bragança, Portugal;

Palavras Chave: Microfabricação de baixo custo, xurografia, microcanais, escoamento sanguíneo, microcirculação, espessura da camada livre de células.

Resumo: No presente estudo, pretendeu-se desenvolver/melhorar uma metodologia de microfabricação de baixo custo, conhecida por xurografia e efectuar a visualização e quantificação da camada livre de células para diferentes escoamentos sanguíneos em microcanais.

1 Introdução

A xurografia é uma técnica que tem vindo a ser utilizada para a fabricação de moldes para a produção de microcanais. Esta técnica recorre a equipamentos e materiais usualmente utilizados na indústria gráfica, como plotters de corte, vinil e outros materiais. A técnica de xurografia tem como principal objectivo diminuir os custos de produção de microcanais [1, 2].

O efeito Fahraeus indica que para microcanais de dimensões inferiores a 300µm, ocorre o fenómeno de migração dos glóbulos vermelhos (GVs) para o centro do microcanal [3, 4]. Por sua vez, no efeito de Fahraeus-Lindqvist observa-se a variação da viscosidade do sangue com a alteração do diâmetro dos microcanais. Este fenómeno está também associado à tendência dos GVs migrarem para o centro do microcanal, formando-se uma camada livre de células (CLC) [5]. Recentemente têm-se desenvolvido estudos a demonstram que a CLC é afectada pelas condições fisiológicas do fluido, assim como pela geometria do microcanal [6, 7, 8]. Constituem objectivos principais deste trabalho, a fabricação de microcanais em PDMS de várias geometrias a partir de moldes produzidos por xurografia e quantificar a variação da CLC no escoamento de diferentes fluidos a diferentes caudais nos microcanais produzidos.

2 Materiais e métodos

Inicialmente foram desenvolvidos microcanais num *software* CAD formato vectorial, baseados em estudos anteriores de fenómenos associados a bifurcações e confluência. As geometrias possuíam canal principal de 300, 500 e 1000µm de largura e duas ramificações 50% inferiores ao canal que lhe deu origem. Estas foram posteriormente utilizadas para produção de moldes com o recurso à técnica de xurografia. Para produção de moldes das geometrias desenvolvidas, utilizou-se uma *plotter* de corte *Jaguar II* e o vinil *KEMICA TECMARK* serie 3000 de cor branca. Os moldes produzidos foram utilizados para fabricação de microcanais em PDMS.

Posteriormente, nos microcanais produzidos, foram estudados escoamentos sanguíneos com diferentes percentagens de Hematócrito (Hct) e diferentes caudais. Os Hcts utilizados foram de 1, 5 e 15% em dextrano 40 e foram testados também os caudais de 5, 10 e 15µL/min. Foi utilizada uma bomba de seringa (*Harvard Apparatus PHD ULTRA™*) para efectuar o bombeamento dos fluidos. De forma a realizar-se a observação e captação dos filmes do escoamento, foi utilizado um microscópio invertido (*IX71, Olympus*) combinado com uma camara de alta velocidade (*i-SPEED LT*). Por fim, foi quantificada a espessura da CLC junto das paredes dos microcanais, com o auxílio do *plugin Mtrack* do *ImageJ*.

3 Resultados

Na Figura 1 pode-se observar que a diminuição da largura da geometria conduziu a um aumento do erro percentual associado ao processo de fabricação dos microcanais.

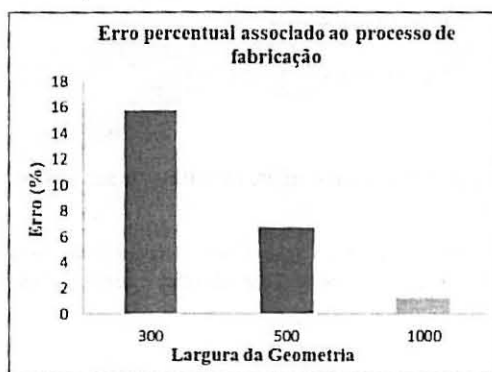


Fig. 1 Erro percentual médio entre os microcanais produzidos e a geometria CAD.

Foram analisados todos os escoamentos com os parâmetros já referidos, na zona anterior à bifurcação e após confluência. Apresentamos na Figura 2 os resultados obtidos alusivos ao microcanal com largura de 500 μ m de canal principal na zona antes da bifurcação.

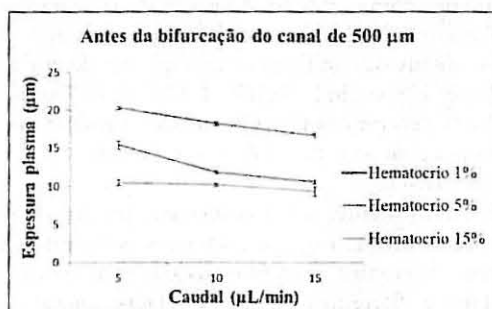


Fig. 2 Espessura da CLC em função do caudal do fluido, para 3 Hcts, na zona imediatamente antes da bifurcação do microcanal de 500 μ m.

Observou-se que o aumento da percentagem de Hct e o aumento do caudal gerou uma diminuição da CLC junto das paredes do microcanal. Portanto, estes diminuíram a tendência que os GV's possuíam em migrarem para o centro do microcanal.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FCT, COMPETE, QREN e União Europeia (FEDER) no âmbito dos projectos PTDC/SAU-BEB/105650/2008, PTDC/SAU-BEB/108728/2008, PTDC/EME-MFE/099109/2008, e PTDC/SAU-ENB/116929/2010.

Referências

- [1] Gojo, R., Morimoto, Y., Takeuchi, S., "Quick and Easy Fabrication of Microfluidic Channels with Water soluble Molds". Institute of Industrial Science, The University of Tokyo. Japan. International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences. October, 2008, San Diego, California, USA.
- [2] Daniel A. Bartholomeusz, Roland W. Boulté, Joseph D. Andrade, "Xurography: Rapid Prototyping of Microstructures Using a Cutting Plotter", Journal of Microelectromechanical Systems, vol. 14, n.º.6, December 2005.
- [3] Chien, S., Usami, S., Skalak, R., *Blood flow in small tubes In: Handbook of Physiology – The cardiovascular system IV*, pp.217-249, 1984.
- [4] Maeda, N., *Erythrocyte rheology in microcirculation*. Japanese Journal of Physiology, vol. 46, pp1-14, 1996.
- [5] Mchedlishvili, G., Maeda, N., *Blood flow structure related to red cell flow: a determination of blood fluidity in narrow microvessels*. Japanese Journal of Physiology, vol. 51, pp19-30, 2001.
- [6] R. Lima, S. Wada, S. Tanaka, M. Takeda, et al, "Biomedical Microdevices", vol. 2, pp153-167, 2008.
- [7] R. Lima, T. Ishikawa, Y. Imai, et al, Journal of Biomechanics, vol. 41, pp2188-2197, 2008.
- [8] V. Garcia, R. Dias, R. Lima, In Vitro Blood Flow Behaviour in Microchannels with Simple and Complex Geometries, Applied Biological Engineering – Principles and Practice, Ganesh R. Naik (ed.), InTech, vol. 17, pp394-416, 2012.