



**Fabrication of Circulation Type Blood Vessel Models
Simulating Arteriole Network**
 O Takuma NAKANO^{1,2}, Yuu SAWADA², Seiichi IKEDA³, Hiroyuki OURA³,
 Toshio FUKUDA³, Takehisa MATSUDA⁴, Makoto NEGORO⁵ and Fumihito ARAI²
¹JSPS Research Fellow; ²Tohoku University, Department of Bioengineering and Robotics;
³Nagoya University, Department of Micro-Nano Systems Engineering;
⁴Kanazawa Institute of Technology; ⁵Fujita Health University



循環型血管シミュレータを実現するには？

Abstract:

Surgical simulators are used in practice and rehearsal for intravascular neurosurgery and for development of new medical instruments. We have developed three-dimensional elastic membranous blood vessel models by using ink-jet rapid prototyping. The diameter of the blood vessels is bigger than 500 μm . Then, we have developed $\phi 10 - 500 \mu\text{m}$ arteriole and capillary vessel models with circular cross-section by photolithography. We connected these different models to realize circulation type blood vessel models simulating arteriole network. We tried two connecting methods. One is the direct connecting and the other is the indirect connecting using intermediate connector models. By the first method, we directly inserted previous wax models in the microchannels of network models. We fixed and dip-coated with silicone resin, then dissolved wax, and made circulation models. By the second method, we indirectly connected these models by using connector models made of wax, and made circulation models. We succeeded in making circulation models by both methods.

Motivation:

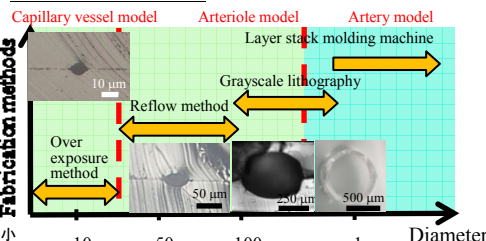
Surgical simulators



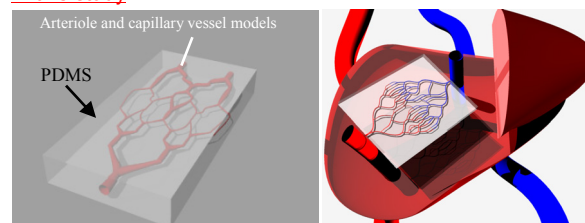
good design award in 2006

1. 脳底血管のような、内径500 μm 以下の極小血管内の疾患を再現できていない。
2. ドラッグデリバリーシステムや超音波診断などの新しい治療法の開発のためには極小径モデル、コンプライアンスマッチングを目的とした膜型Y字分岐細動脈血管モデルが必要。

Previous researches

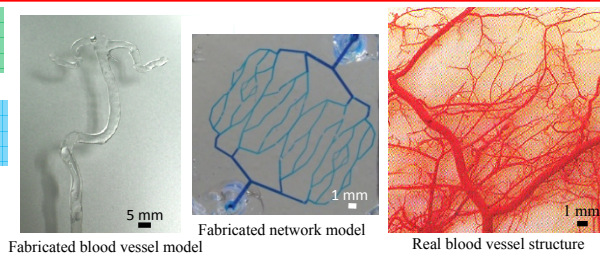
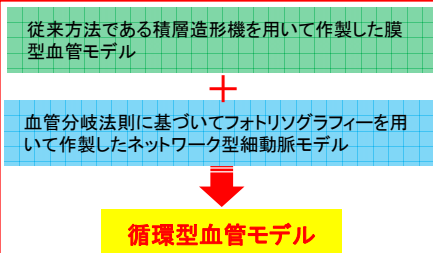


In this study



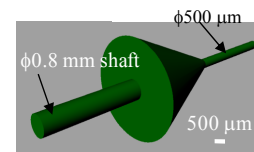
1. 実際の血管分岐法則に従って分岐を繰り返していく、 $\phi 100 - 500 \mu\text{m}$ の円形断面を有するネットワーク型血管モデルを作製する。
2. 動脈・静脈血管モデルに細動脈・毛細血管モデルを接続することで、循環型血管モデルを作製する。

Concepts:



Connection methods

ネットワーク型モデルと膜型血管モデルを、WAX製コネクタを介して間接接続

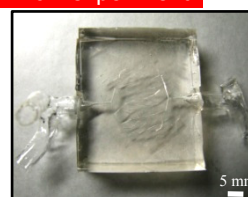


Fabrication process:



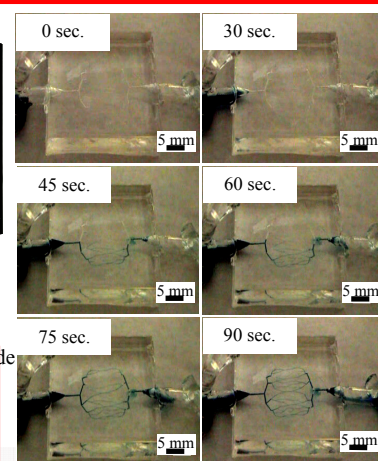
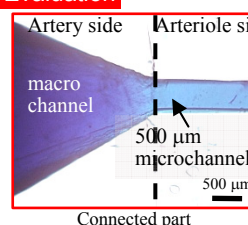
Experiment and Results:

Flow experiment



Fabricated circulation model
 導入液体: メチレンブルー溶液
 導入速度: 1 $\mu\text{L}/\text{min}$.

Evaluation



1. 流路内・接続部に液体の漏れがなく、導入した液体が排出側から流れ出るのを確認した。
2. 細動脈モデルと膜モデルがシームレスに接続できていることが確認できた

Conclusions:

1. 今回、WAX製コネクタを用いて間接接続する方法を提案し、細動脈網を有する循環型血管モデルを作製した。
2. 作製した循環型モデルを用いて流体導入実験をおこなった結果、流路内・接続部で液体の漏れがないことが確認できた。
3. 細動脈モデルと膜モデルがシームレスに接続できていることが確認できた。
4. コネクタを用いて作製する方法の有効性が確認できた。
5. 循環型血管モデルは、動物実験の代替やドラッグデリバリーなどによる投薬の影響評価などの新しい血管内治療法を開発・評価に貢献できると考えられる。

謝辞: 本研究は文部科学省の科研費(17076015)、日本学術振興会の科研費(18206027)の助成を得て行われた。

Reference:

T. Nakano, Y. Sawada, S. Ikeda, H. Oora, T. Fukuda, T. Matsuda, M. Negoro and F. Arai, "Fabrication of Circulation Type Blood Vessel Models Simulating Arteriole Network", Proc. 2009 JSME Conf. on Robotics and Mechatronics (ROBOMECH2009), 2A1-J11, Fukuoka, 2009