

脳動脈瘤治療用多孔薄膜カバードステントの開発： フローダイバータとの瘤内血流抑制能の生体外回路での比較

森脇健司*, 中山泰秀*, 日高涼**, 田地川勉***

* 国立循環器病研究センター 医工学材料研究室 [〒565-8565 大阪府吹田市藤白台 5-7-1]

** 関西大学大学院 理工学研究科 システム理工学専攻

*** 関西大学 システム理工学部 機械工学科

1. 緒言

脳動脈瘤を低侵襲で簡便かつ確実に塞栓するデバイスとして、多孔薄膜カバードステント (MCS) を開発している。多孔膜で親血管から動脈瘤内へ入る血流を抑制し瘤内での血栓形成を促進させ塞栓するため、デバイスの血流抑制能の評価を目的に、生体外模擬循環回路を用いた瘤内流れの可視化計測を行ってきた。これまで、ワイドネック動脈瘤や弯曲血管外縁の動脈瘤は瘤内流れが速く高い血流抑制能がデバイスに求められるが^{1,2)}、小径孔にすれば同じ開口率でも血流抑制能を向上できることを示し³⁾、孔設計に活かしてきた。

本研究では、開発した MCS と 2015 年度に本邦で認可された脳動脈瘤治療用機器であるフローダイバーター (FD) の血流抑制能を比較するため、模擬体留置時の瘤モデル内流れを調べた。

2. 実験方法

既報³⁾と同様の生体外回路 (図 1) と手順で瘤モデル内の可視化を行い、相互相関法 PIV による 100 時刻平均の流速ベクトル場とせん断速度分布を求めた。ステンレス鋼薄板 (厚み: 0.03 mm) をレーザー加工し、FD, MCS のメッシュ形状模擬体 (図 2) を作製した。また、血管支持用ステント (BS) の模擬体として、MCS 金属骨格のみの形状を模した。

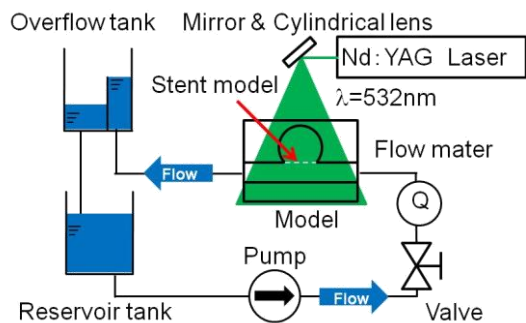


Fig. 1 Schematic diagram of flow simulator.

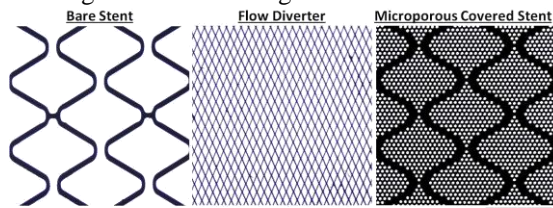


Fig. 2 Stent models.

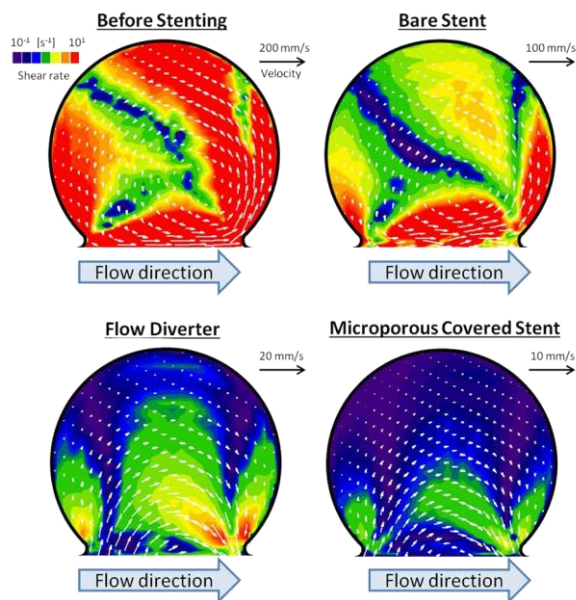


Fig. 3 Distributions of flow velocity and shear rate.

3. 結果と考察

代表例として、親血管流れの Re が約 600 のときの結果を示す (図 3)。模擬体留置前は、親血管流れのずり応力の伝達で駆動される旋回流が生じ、血栓が生じ難い高せん断速度領域が瘤内全域で散見された。BS 留置で、旋回流がやや緩やかになったがネック部付近のせん断速度は高かった。FD, MCS 留置により、旋回流の向きが反転し瘤内流速とせん断速度は激減した。ずり応力の伝達がほとんど遮断され、瘤内の主な駆動力が摩擦損失で生じる微小な圧力差になったと考える。模擬体留置後の瘤内の平均せん断速度は、BS で約 36% に、FD で約 9% に、MCS で約 3% に低減した。MCS の瘤内流れ抑制能は FD に比べ約 3 倍高く、より確実に動脈瘤塞栓できると考えられ、ワイドネックな瘤や弯曲部外縁の瘤などの瘤内流れが速い動脈瘤に対し特に有用だと期待できる。

謝 辞

本研究は、科研費 (若手研究 B, 15K19985) の援助を得て行った。ここに厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 森脇他：機講論, No. 13-69, pp. 425-426 (2014)
- 2) 森脇他：機講論, No. 14-67, pp. 73-74 (2015)
- 3) 田地川他：機論 B, 79(801), pp. 265-277 (2013).