

APICO-AORTIC BYPASS 手術後における大動脈内血栓形成機序

小宮賢士*, 中村匡徳*, 木村直行**, 佐藤弘隆***, 川人宏次***

*埼玉大学 工学部機械工学科 [〒330-0875 さいたま市桜区下大久保 255]

**自治医科大学さいたま医療センター 心臓血管外科

***自治医科大学 心臓血管外科

1. 緒言

apico-aortic bypass (AAb) は、心尖部に人工血管を縫着し、これを下行大動脈に吻合する術式である。これにより、左心室からの血流は、大動脈弁を通過するルートと、心尖部から人工血管を通過するルートの 2 つになる。AAb 手術後に大動脈弓部にて血栓が生じる症例が報告されている¹⁾。血栓形成は、流れの淀み領域に生じることから、AAb 手術により淀みが生じているのではないかと推察される。そこで本研究では、AAb 手術後の大動脈弁側と人工血管側との流量比の観点から血栓形成の要因について検討した。

2. 方法

AAb 手術を行った症例の CT 画像から人工血管を含む血管形状を構築した。術後に、上行大動脈、人工血管、大動脈分枝に対して、PC-MRI 計測を行い、1 心周期中の流量変化データを取得した。まず、患者から取得した流量データを直接使用し、血流計算を行った。次に、患者から取得した上行大動脈と人工血管の流量計測データを各時間において合計し、それを流量比 λ により上行大動脈と人工血管に再配分して血流計算を行った。流量比 λ は、値が 1 のとき、全ての血流が上行大動脈から入るように定義した。患者データの流量比 λ は時間によって変化するが、およそ 0.6 であった。

3. 結果と考察

収縮期ピーク時における流れ場の流線を Fig. 1 に示す。ここで、(a)は患者の流量データを直接用いた場合、(b)は $\lambda=0.2$ 、(c)は $\lambda=0.8$ とした場合である。流線は大動脈弁を起点とするものを赤、人工血管を起点とするものを青で示してある。図からわかるように、(a)では大動脈弓遠位部にて流線がほとんど認められない。(b)では、大動脈弁から n 血液は腕頭動脈にのみながれ、(c)では人工血管からの血液は下行大動脈にのみ流れることがわかる。

得られた流れ場に対して、質量ゼロの粒子を投入し、それらを追跡した。流れ場の中で大動脈弓部に存在する粒子の粒子滞在時間 (PRT) の平均値を計算した。PRT とは、粒子が流れ場に投入されてから、ある特定の時刻までの滞在時間である。

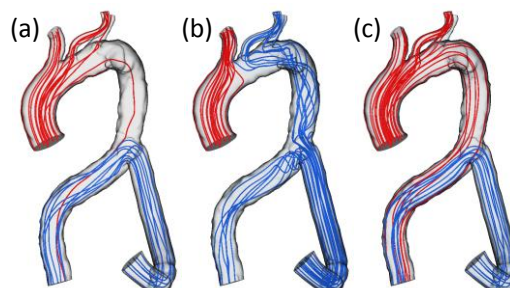


Fig. 1 Streamlines at peak systole obtained with (a) measured data, (b) $\lambda=0.2$ and (c) $\lambda=0.8$.

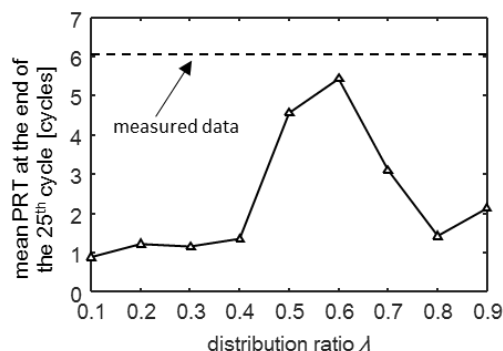


Fig. 2 Mean PRT at the end of 25th cardiac cycle

λ を変えた場合の心周期 25 周終了時における PRT の平均値を Fig. 2 に示す。図に示されるように、 λ が 0.5~0.6 の辺りで平均 PRT が大きくなっていることがわかる。また、患者データを用いた場合は、さらに平均 PRT が大きいことがわかる。

患者の流量データを含め、 λ が 0.5~0.6 の時、上行大動脈と人工血管からの血流量が拮抗する。その結果として、それらが衝突する大動脈弓遠位部では流れが淀み、Fig. 1 に示したように大動脈弓遠位にて流線がなくなるのである。すなわち、上行大動脈と人工血管からの流量が同程度のとき、大動脈弓部において血栓が形成されやすくなると推察される。更には、手術後に PC-MRI 撮影を行って上行大動脈と人工血管の流量を計測できれば、血栓形成リスクを予測できると考えられる。

参考文献

- 1) Takeda K, Matsumiya G, Takano H, Koh M, Iwata K, Sawa Y, Unusual thrombus formation in the aorta after apicoaortic conduit for severe aortic stenosis, JTCS, 132,155-156, 2006