

門脈血管の基礎的流動特性

(神戸高専)○(学)渡辺耕太郎* (正)山本高久 (名大医)杉本博行 (九大工)山本剛

1. 研究目的

現在、末期の肝疾患に対する有効な治療法として生体間部分肝移植が行われている^[1]。しかし、移植後に肝臓内の血流パターンが大きく変化し、最悪、肝不全に至るケースもある。現在、手術の判断は医師の経験に依存しているが、術前に定量的にリスク分析を行えたならば、肝移植患者の術後経過をより安定させる事ができる。本研究では、成人男性のCT画像データより肝臓内の門脈の3次元形状データを構築し、流動解析を行うことで、同主要血管内の流動特性の解明を目的とした。

2. 解析方法

2.1. 解析対象の形状モデル

研究ではCT画像データを3次元化するために、INTAGE Volume Editor (KGT社)を用い、CT画像データの肝臓部分から門脈を抽出し、3次元形状モデルを作成した。本研究で使用した腹部CTデータは健常な成人男性の肝臓のもので、撮影ピッチは0.5mm、画像枚数計395枚からなる。CT画像データの透過率の閾値を走査し、肝臓部分を3次元化抽出した。肝臓付近を3次元化したものをFig. 1に示す。本研究ではモデル形状を簡単にするために末端部分を切り取り、門脈本幹の1次分枝を抽出した。解析を行った形状モデルをFig. 2に示す。この3次元形状モデルに対し、計算格子を作成するためにGridgen (VINAS社)を用いて非構造格子を作成した。

2.2. 流動解析の条件

形状モデルを用いて血流に対して数値流体解析を行うために、本研究ではFLUENTver.6(ANSYS社)を用いて解析を行う。乱流モデルには、3次元 $k-\epsilon$ 2方程式モデルを用いた。また、境界条件として、流入速度は時間、断面において一様、壁面での流れの滑りはなし。流入条件および血流の物性値をTable 1に示す。

3. 解析結果

数値解析結果より得られた速度ベクトル分布をFig. 3に示す。また、右葉側は流れが直進し、スムーズな流れが形成されている。一方、左葉側は流路が曲がっているため、流線も一様ではない。主流部の速度が速く、またその対面側で渦が形成されている。断面積および断面での平均速度より流量を算出したところ、右葉側、左葉側それぞれの出口付近を比較すると流量比が6:4程度となっており、実際の血流バランスと近い結果が得られていることが明らかになった。

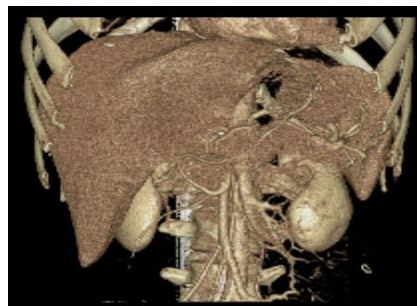


Fig. 1 3次元化した腹部



Fig. 2 解析対象の形状モデル

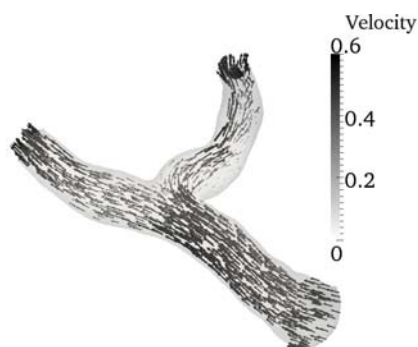


Fig. 3 解析結果による速度ベクトル分布

Table 1 解析条件

inlet	velocity	0.3[m/s]
outlet	relative pressure	0[Pa]
blood	viscosity	4.7×10^{-3} [Pa·s]
	density	1.06×10^3 [kg/m ³]

参考文献

[1] 日本肝移植研究会, 肝移植症例登録報告(第一報), 2006;42(5):423-426.

謝辞: 本研究はインペリアルカレッジ Prof. X.Yun Xu, Dr. Ryo Torii の協力のもの遂行された。ここに謝意を表す。

*r209117@kobe-kosen.ac.jp