

頸動脈プラークの破裂一症例に見られる 特徴的形状に対する力学的検討

山田 宏*, Hamed Esmaeili Monir*, 千住緒美**, 緒方利安**, 井上 亨**, 坂田則行**

*九州工業大学大学院生命体工学研究科生体機能応用工学専攻 [〒808-0196 北九州市若松区ひびきの 2-4]

**福岡大学医学部

1. 緒言

動脈硬化による頸動脈狭窄に対する外科的治療として内膜剥離術が行われている。本研究において、内膜剥離術に先立って行った超音波計測の画像と摘出して染色した組織の光学顕微鏡像を調べた結果、プラークが破裂して内出血状態にある症例があった¹⁾。

山田と坂田はこれまで未破裂のプラークを有する頸動脈の有限要素解析を行い、脂質コア内の圧力が血圧に比べて著しく小さい結果を得た²⁾。

本研究では上述の一症例を選んで頸動脈の有限要素モデルを作成し、プラークの特徴的形状に及ぼす脂質コア内の圧力の影響を調べた。

2. 方法

症例の画像データから輪郭を抽出して Fig. 1 に示す頸動脈の形状モデルを作成した¹⁾。形状データは有限要素解析ソフトウェア Abaqus 6.14 (SIMULIA) で読み込んで、変形解析の初期形状とした。血管壁は非圧縮等方超弾性体とした。また、境界条件は管軸方向一定伸びとするため、近位側の変位を拘束し、遠位側に一定変位を与えた。

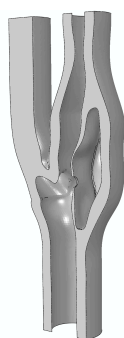


Fig. 1 Sectional view of the arterial model.

境界条件のうち血圧は血管内腔面と脂質コアの内壁面に与えた。血液で満たされた血管内腔と脂質コアからなる領域を対象とし、乱流モデルを適用して Abaqus 6.14 を用いて数値流体解析を実行した。その結果得られた圧力低下の分布と血圧 13 kPa 等を足し合わせて血圧の境界条件とした。

なお、本研究は福岡大学病院倫理審査委員会の承認を得て行った。また、患者には事前に説明を行って同意を得た。

3. 結果と考察

Fig. 2 にモデルの変形形状と血圧分布を示す。血管内腔のプラーク表面では血圧に分布が生じたが、脂質コア内では血流が静止し、内腔と同程度の一定圧だった。線維性被膜の形状が短軸面で超音波画像の形状に近かったのはそのためと言える。

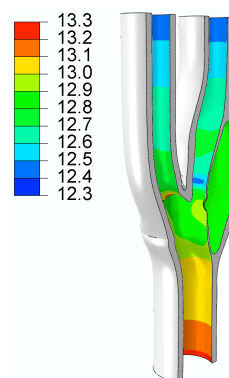


Fig. 2 An example of the arterial model deformed with wall surface pressure (unit: kPa).

4. 結言

破裂したプラークを有する頸動脈の有限要素解析を行った。プラーク内腔面の短軸面での特徴的形状は脂質コア内の圧力によるものと言える。

謝 辞

本研究は JSPS 科研費 26420018 の助成を受けた。

文 献

- 1) Esmaeili Monir, H., Hamada, O., Ogata, T., Inoue, T., Sakata, N. and Yamada, H.: Finite element modeling of a ruptured plaque in human carotid artery. 日本機械学会第 28 回バイオエンジニアリング講演会論文集, No. 15-69, 3 pages, 2016.
- 2) Yamada, H. and Sakata, N.: Low pressure condition of a lipid core in an eccentrically developed carotid atheromatous plaque: a static finite element analysis. J. Biorheol. **27**, 9-17, 2013.