

テクニカルミーティング・撮影技術分野
- 数値流体力学:CFD の基礎 -

太田総合病院附属太田西ノ内病院 放射線部 ○大原 亮平(Ohara Ryohei)

【座長集約】

CFDとは、流体の動きを、演算器を用いた数学的計算によって数値解析する計算科学で、その動きをシミュレーションする手法です。一般的には、自動車や航空機、船舶の設計などの工学分野において、よく利用されていますが、この工学系技術が血流解析などの医療に応用され、現在も多くの研究が行われている、近年、注目される医工連携の分野です。しかしながら、まだまだ実臨床で活用されている施設は少ない現状の中、豊富な経験と知識をお持ちの、国立病院機構仙台医療センター 高橋大樹さんと秋田県立脳血管研究センター 大村知己さんに、臨床使用経験も含め、お話していただきました。

まず私からCFDを理解するため、流体力学の初歩的な理論解説や理工学系から医学・医療系に応用されてきた変遷の歴史などを解説いたしました。また現在、医学・医療において、どのように応用されているかを紹介しました。たとえば、血液をターゲットとした場合、動脈硬化や血管狭窄解析に、動脈瘤の発生・成長・破裂へのメカニズムの解析に、空気やガスをターゲットとした場合は、肺や副鼻腔での気流解析に使用されてきているなどです。また、会場の皆様と一緒に“流れ”について考えるため、流体力学では初歩的な話ですが、定常流、非定常流の話や流れの可視化、ハーゲン・ポアズイユについて解説させていただき、計測パラメータの中で注目されるWSS : wall shear stressについての解説もさせていただきました。

その後、臨床でCFDの経験豊富な2人の演者にお話ししていただきました。

一人目は、秋田県立脳血管研究センターの大村さんから、CTAのデータを使用したCFDについて、自施設でのデータも含め最新の知見を報告していただきました。まずは、CFDの必要性から解説があり、現在のCFDでの問題点なども指摘ありました。脳動脈瘤解析でのWSSの解釈の仕方は難しく、

エビデンスが定まっていないようで、例えば、WSS高値でも低値でも破裂に関連しているという報告もあり、計測結果のとらえ方は難しそうであった。しかしながら、解析に用いる条件設定や、瘤形状の再現性は非常に重要であることが理解でき、さらに今後、モダリティー間、メーカー間の違いによるCFD解析結果への影響などの研究が進められて行くようで、学術的な見地からも、非常に興味深いお話が聞けました。

二人目の、国立病院機構仙台医療センター 高橋さんからは、臨床編ということでAneurysm Flowの話をしていただきました。これは、高速DSA撮影することにより、動脈瘤内の血流を可視化させる技術であり、特に最近、脳血管内治療分野で話題である、脳動脈ステントのフローダイバーターシステムによる治療時に非常に有用であると報告していただきました。具体的には、フローダイバーターシステム留置前と留置後の血流フローの変化を客観的指標でかつ、リアルタイムに評価できることに有用性があると感じました。また、治療前後の平均動脈瘤内血流量比: Mean Aneurysm Flow Amplitude (MAFA) 値の算出することにより、治療中に長期的な治療効果の予測ができる可能性も示されて、非常に興味深かったです。

多種の方程式、非常に難解な計算式によって近寄りづらい印象があるCFDですが、本セッションを通して得ることができた知見が、今後、皆様の施設、臨床においてお役に立てれば幸いです。最後に、多忙を極める中、大変貴重なデータや検討の数々を提供して下さった、お二人の演者、活発な討論をいただきましたご参加者の皆様、そして実行委員の方々に感謝、申し上げます。