

脳動脈瘤コイル塞栓術における3Dプリンターを使用した血管模型作成

八戸市立市民病院 放射線科 ○吉田 雅貴(Yoshida Masataka)

八戸市立市民病院 血管内脳神経外科 鈴木 一郎

【はじめに】

未破裂脳動脈瘤のコイル塞栓術において、以前は画面上の3Dデータ画像を見ながらマイクロカテーテルをシェイピングしていたが、マイクロカテーテルの形状のズレを経験することがあった。そこで、実物大の血管模型があれば、模型にマイクロカテーテルをそえてシェイピングすることで実際の血管走行に近いシェイピングが可能となる。本研究の目的として3Dプリンターを用いた血管模型作成方法および血管模型を使用したマイクロカテーテルシェイピングについて報告をする。

【血管模型作成方法】

当院は術前に診断DSA検査を行っているが、その際に3D撮影も行っている。そこで得られる3D撮影のAxialデータを変換ソフト「Volume Extractor 3.0」に読み込むことで、Dicomファイルを3DフォーマットであるSTLファイル(3Dデータ)に変換、3Dデータが完成する。

次に先ほど完成した3Dデータを編集ソフト「Artec Studio 11 Professional」で画像編集を行う。ここでは病変部とその責任血管を残すように手技に必要な最低限の情報のみを残すよう編集する(Fig.1)。これは3Dプリンターですべての血管を印刷することが困難であること、長期化する印刷時間の短縮のためである。

編集が完了した3Dデータを印刷ソフト「UP!」で読み込み印刷を行う。印刷する前に印刷パラメーターの設定画面(Fig.2)が表示され、積層ピッチ、密度、サポート台などの設定を行う。今回は積層ピッチ「0.10mm」、密度「最も密」、角度は40～50°(作成部位により適宜変更)、サポートレイヤー層「4レイヤー」、サポートスペース「4ライン」(スペースは値が低いほどサポートの強度が増し安定性が高まる)とした。印刷完了後は血管模型とサポート台の切り離し作業を行い血管模型の完成となる(Fig.3)。

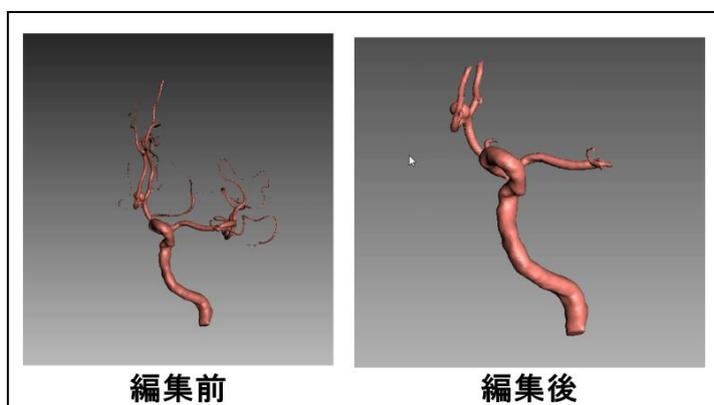


Fig.1 3D 画像編集



Fig.1 印刷パラメーターの設定

【結果】

当院では血管模型を使用したマイクロカテーテルのシェイピングを2018年12月から行っており、2019年9月時点までに、内頸動脈未破裂瘤を8例、前交通動脈未破裂瘤を5例、後交通動脈未破裂瘤を2例、中大脳動脈未破裂瘤を4例、椎骨動脈未破裂瘤を1例の全20例を作成している。以下に血管模型を作成した全20例のうちの2例について示す。



Fig.2 血管模型の切り抜き作業

●作成例1:右前交通動脈未破裂瘤

瘤の大きさはNeck:5.1mm、長径11.0mm、短径8.1mmの未破裂瘤である(Fig.4)。3D画像と完成した血管模型(Fig.5)を比較してみると、内頸動脈や分岐する前交通動脈および未破裂瘤をきれいに再現することができた。この模型を作成にあたっては、前交通動脈と未破裂瘤の切り抜き作業が困難であった。

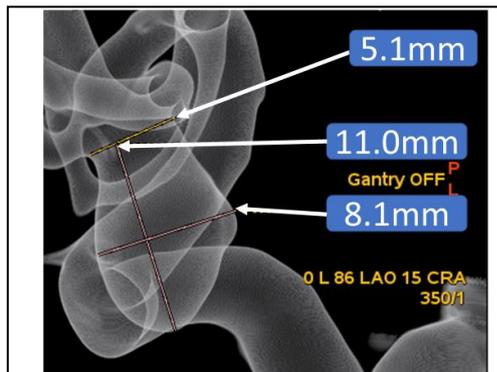


Fig.4 未破裂瘤のサイズ



Fig.5 3D画像と血管模型の比較

●作成例2:左椎骨動脈・後下小脳動脈分岐部未破裂瘤

瘤の大きさはNeck:3.9mm、長径4.2mm、短径:3.7mmの未破裂瘤である(Fig.6)。3D画像を完成した血管模型(Fig.7)を比較してみると、未破裂瘤および椎骨動脈は滑らかに再現できたが未破裂瘤より上の血管はうまく再現することができなかった。印刷の向きやパラメーターの変更などの再検討が必要な1例となった。

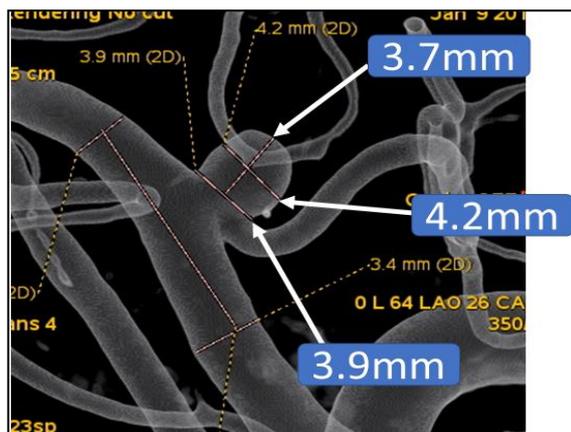


Fig.6 未破裂瘤のサイズ

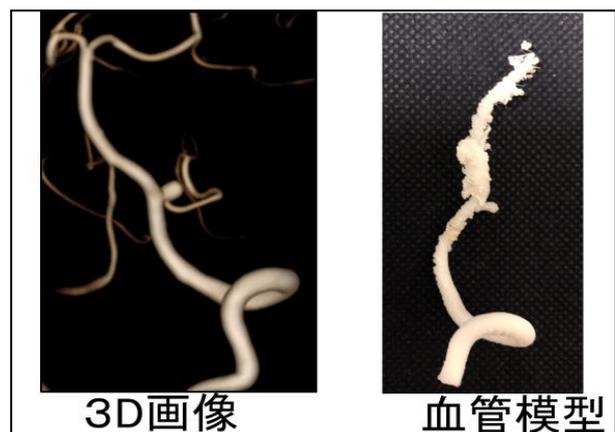


Fig.7 3D画像と血管模型の比較

【考察】

今回の血管模型作成方法の検討で、3Dプリンターの性能上の制約で全ての血管を印刷することはできないと考えられる。安定した印刷を行うには、印刷の向きや印刷パラメーターの設定が重要である。特に椎骨・脳底動脈部など高さが高くなるような箇所や複雑な形をしている場合には、印刷の向きを横向きにして高さを低く抑えて印刷する、サポートの強度や量を増やすなどの対策が必要であると考えられる。作成した血管模型は、シェイピングする際にマイクロカテーテルを血管模型に沿ってシェイピングを行っている(Fig.8)。これにより画面上で見ながらシェイピングするよりも正確にでき、尚且つ未破裂瘤内に短時間で留置することが可能である。またシェイピングの回数も減るため手技時間の短縮も期待できる。



Fig.8 マイクロカテーテルのシェイピング

【結語】

3Dプリンターを使用したマイクロカテーテルのシェイピングのための実寸大で正確な血管模型作成方法および血管模型を使用したマイクロカテーテルのシェイピングについて報告を行った。