

急性期クリッピング手術に対応した脳動脈瘤立体モデルの開発

3P-P110-01



紺野 武彦¹⁾、益子 敏弘¹⁾、小熊 啓文¹⁾
金子 直樹¹⁾、大谷 啓介¹⁾²⁾、渡辺 英寿¹⁾

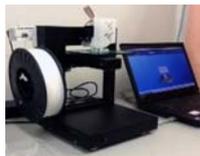
1) 自治医科大学 医学部 脳神経外科
2) 国民健康保険三戸中央病院 総合診療科・内科



Introduction

脳動脈瘤手術では血管の解剖構造を把握することが重要であるが、複雑な立体構造を直感的に理解するためには、様々な距離・角度から立体視でき、手に取り体性感覚で認識できる「立体モデル」が有用と考えられる。

我々は自施設の3Dプリンターで作製した立体モデルに工夫・加工を行い、術前検討や手術トレーニングなどに用いてきたが、今回はABS (acrylonitrile butadiene styrene copolymer) 樹脂を材料とする小型3Dプリンター(Figure.1)を用いて急性期脳動脈瘤手術に対応した立体モデルを作製し、作製時間を大幅に短縮するシステム構築と作製速度向上のための工夫を行い有用性を検討した。



OPT社製UP! Plus 3D Printer®
価格 ¥165,000

Figure.1

Materials & Methods

1. 症例

期間：2012年11月～2014年9月

対象：前方循環の破裂脳動脈瘤に対して入院24時間以内の急性期に緊急クリッピング術を実施した20症例 (A-com 9例、MCA 5例、IC-PC 4例、その他 2例)

2. 立体モデル作製

手術担当 (術者・助手) 以外の医師がモデル作製を行う(Figure 2)。

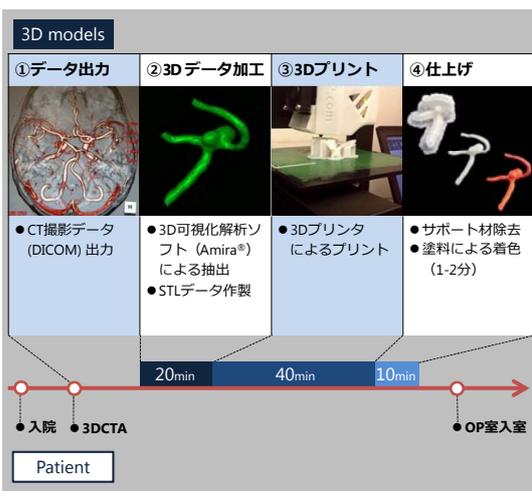


Figure 2. 患者入院から手術室入室までと立体モデル作製の流れ

待機手術用モデルよりも作製範囲を動脈瘤近傍に絞る(Figure 3.)
作製担当者は作業効率を上げるための訓練を繰り返す
症例に応じて拡大モデルを作製する(Figure 4.)



Figure 3. 待機手術用立体モデルと緊急手術用モデル

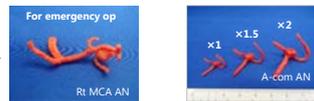


Figure 4. 拡大モデル

Discussion

脳動脈瘤の立体モデルは過去にも報告があるが¹⁾²⁾、従来の方は数日の時間と数万円の費用を要し、急性期手術に使用できるものではなかった。我々の方法は迅速に立体モデル作製が可能であり、急性期脳動脈瘤手術に充分対応可能であった。1例あたりのコストも200円程度と極めて安価であった。

有用性について立体モデル導入前後で手術時間の有意な差を認めなかったが、使用した術者からは「コンピューター上の立体よりも直感的に解剖構造が理解でき、安心感がある」など予想以上に高い評価を得た。血管径や動脈瘤が小さい場合には、作製時間的に不利であるが、拡大したモデルが有用であった。

訓練を繰り返すことでモデル作製時間は短縮できるものの、1時間

Results

①モデル作製時間と費用

Figure 5.に20症例の入院から手術室入室までの平均時間、立体モデル平均作製時間および1例あたりのコストを、Figure 6.に作例を示す。手術室入室までに作製完了することが可能であった。

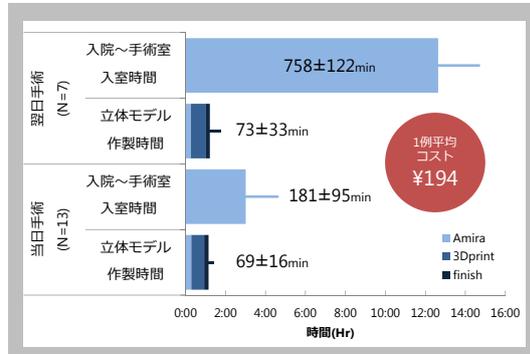


Figure 5. 入院から手術室入室までの平均時間および立体モデル作製平均時間と平均コスト

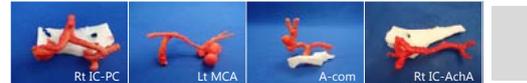


Figure 6. 立体モデル作例

②学習曲線

Figure 7.に複数回の作製経験を有する5人の作製者の学習曲線を示す。

数回の作製経験でモデル作製時間は短縮し、その後は横ばいとなる傾向が認められた。

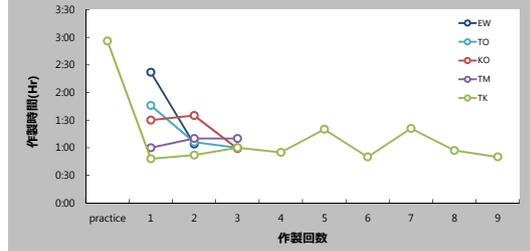


Figure 7. 作製者5人の経験曲線

③立体モデル導入前後の手術時間評価

Table 1.に立体モデル導入後と導入前2年間の緊急手術25例 (A-com 9例、MCA 9例、IC-PC 5例、その他 2例) について顕微鏡手術開始からクリッピングまでの平均時間、標準偏差、t検定 (危険率5%) の結果を動脈瘤部位、アプローチ別に示す。モデル導入前後で有意差を認めなかった。

Table 1. 顕微鏡手術開始からクリッピングまでの時間平均、標準偏差、t検定結果

| 動脈瘤部位 / アプローチ | 立体モデル導入後 | | 立体モデル導入前 | | P値 |
|-------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|-------------|
| | n | mean±SD [h:m] | n | mean±SD [h:m] | |
| A-com / pterional | 6 | 3:26 ± 0:40 | 7 | 2:45 ± 0:36 | 0.14 |
| A-com / interhemi | 3 | 2:55 ± 0:21 | 2 | 2:31 ± 0:15 | 0.35 |
| MCA / pterional | 5 | 2:38 ± 0:39 | 9 | 2:36 ± 1:08 | 0.69 |
| IC-PC / pterional | 4 | 2:10 ± 1:02 | 6 | 2:30 ± 1:12 | 0.85 |
| Total | 20 | 2:55 ± 1:10 | 25 | 2:35 ± 0:59 | 0.31 |

弱を要するため、忙しい術者自身が作製の全工程を担うことは現実的でない。血管データの抽出は術前検討も兼ねて脳外科医が自ら行うべきと考えられるが、以後の作業は定型化できるため他職種へ分担させることも可能である。

急性期脳動脈瘤手術では術前検討に十分な時間を割けない場合もあり、迅速に作製可能で術中も手に取ることで直感的に血管構造を理解できる立体モデルは有用で、臨床的価値があると考えられる。

References

- 1) D'Urso, P.S., et al., *Cerebrovascular biomodelling: a technical note*. Surgical neurology, 1999. **52**(5): p. 490-500.
- 2) Wurm, G., et al., *Cerebrovascular stereolithographic biomodeling for aneurysm surgery*. Technical note. Journal of neurosurgery, 2004. **100**(1): p. 139-45.

Conclusion

立体モデルを用いた手術シミュレーションは緊急手術でも可能であり、作製工程システムづくりと合理化は臨床的に有用である。

(COI開示)

筆頭者は日本脳神経外科学会へのCOI自己申告を完了しています
本演題の発表に関し、開示すべきCOIはありません