選択的 ICG-videoangiography を併用した脊髄血管奇形手術

山本慎司 黒川 龍 河本俊介 金 彪

目 的

各種脊髄血管奇形の直達手術は、非常に限られた術野展開において複雑な血管構築を把握し、正常脊髄の血行を阻害することなく正確に病変を処理することが要求され、安全で確実に手術を行うためには各種術中診断装置の併用が不可欠である。

最近、手術用顕微鏡の改良により indocyanine green (ICG) を用いた近赤外線術中 videoangiography が汎用化し、顕微鏡視野内において非常に解像度の高い蛍光血管撮影画像が得られるようになった。しかし従来の静脈内投与法では、肺および体循環で希釈された色素が局所で循環するため、得られた画像から血流の方向を判断することは困難で、蛍光が長時間持続し短時間で繰り返し撮影できないため、脊髄血管奇形手術における有用性は十分でなかった。

われわれはこれらの問題を解決するために、病変の近位動脈にカテーテルを留置し、動脈投与で蛍光血管撮影を行ってきた。その有用性と実際の手技を提示する。

方 法

血管撮影用の 3~4 Fr カテーテルを feeder の近位の parent artery に留置し、希釈した ICG をカテーテルより緩徐に少量ずつ動脈内投与し撮影する。

血管径や血流速度により描出の程度が異なるため、ICG 投与量、希釈倍率や投与速度は適宜調節するが、われわれは 1 回当たり 0.5 mg を 5 ml 程度に希釈し、数秒かけて投与している。

Feeder, shunt/nidus, drainer, 正常血管が順次描出され、数秒で描出が完全に消失する。色素蛍光の増大と消失が早いので、短時間に何度も繰り返すことが可能で、一時遮断ごとに撮影し血行動態の変化を確認することも

Fig. 1

Right vertebral angiogram (A-P view) demonstrating spinal cord AVF on C3 level.

可能である。また、助手が ICG を投与すれば術者が手術操作を中断することなく、スムーズで安全な手術が可能である。

症例提示

代表症例：68 歳、女性。突然の頭痛、後頸部痛で発症した SAH の精査にて右第 4 radial artery と anterior spinal artery を feeder とする spinal cord AVF を認め (Fig. 1)、直達手術にて前方アプローチによるシャント遮断を行った。C2-4 の partial vertebrectomy で病変を展開し (Fig. 2)、右椎骨動脈起始部に留置したカテーテルより 0.6 mg/5 ml に希釈した ICG を用いて videoangiography

“Selective ICG-Videoangiography for Surgery of Spinal Vascular Malformations”

Shinji Yamamoto, M. D., Ryu Kurokawa, M. D., Shunsuke Kawamoto, M. D., Ph. D., Phyo Kim, M. D., Ph. D.

獨協医科大学脳神経外科 / 〒321-0293 下都賀郡壬生町北小林 880 [連絡先：山本慎司]

Address reprint requests to : Shinji Yamamoto, M. D., Department of Neurosurgery, Dokkyo University School of Medicine, 880 Kitakobayashi, Mibu-machi, Shimotsuga-gun, Tochigi 321-0293, Japan

Fig. 2

Axial section of 3D-reconstructed right vertebral angiogram at C3 level (a) showing the location of the fistula. Postoperative CT at the same level (b) showing the area of surgical exposure. The AVF had a complex structure with the fistulous points located intramedullary (c).

Fig. 3

Selective ICG-videoangiography demonstrating filling of the small feeder and shunts (a) and drainer (b-d) in sequence. Within several seconds, fluorescence was washed out completely.

を撮影することで、狭い術野でも問題なく血管構築を把握できた (Fig. 3). 順次 feeder に対して temporary clipping を行い、血行動態が徐々に変化し、やがてシャントが造影されなくなり、transcranial MEP でも変化がないことを確認したのち、シャント部位を凝固閉塞した。最後に DSA にてシャントの完全閉塞と anterior spinal artery の温存を確認し手術を終了した。術後経過は良好で 2 週間後の DSA でも完全閉塞を確認し、脱落症状なく独歩退院した。

考 察

ICG-videoangiography は、顕微鏡視野内で解像度の高い血管撮影画像がリアルタイムに得られ、脳血管障害に対する手術を中心に頻用されている。しかし、静脈路より 10~25 mg の ICG を bolus 投与し、肺循環および体循環で希釈され病変部に到達した ICG を用いて撮影する従来の方法では血流方向を判断することは困難で、蛍光も持続蓄積するために頻回に撮影できず、術野の狭い脊髄血管奇形の手術において重要な feeder, drainer と正常血管の区別などに用いがたい欠点があった。

一方、ICG の選択的経動脈的投与では、少量を近位動脈より投与するため、蛍光量の増減が早く、血流速度、血流方向や一時遮断の効果など血行動態の把握が容易である。feeder, nidus/shunt, drainer, 正常血管が順次造影され、血管構築もより鮮明に把握される。また、カテーテル先端位置や病変の血流速度に応じて ICG の投与量、希釈倍率、投与速度を調節し、描出の程度を最良化する

ことも可能である。

近位動脈からの投与で十分に高い空間解像度が得られるが、マイクロカテーテルを用いた超選択的投与を行えば、さらに血行動態の解析に役立つ場合があるかもしれない。一方、近位部から投与することで、同時に複数の feeder からの造影が得られる利点もある。

微量投与により数秒で蛍光が完全に消失するため、時間解像度も優れていて、頻回に撮影することが可能である。目標血管の一時遮断のたびに撮影し、血行動態の変化、正常血管の温存を確認することも可能である。また、C-arm を用いた DSA と異なり、手術操作の連続性が保たれ、顕微鏡視野で血管遮断などの操作を確認しつつ、その効果を同視野でリアルタイムに確認できる。

欠点としては、カテーテル留置による血栓症のリスクがあり、われわれは全身ヘパリン化ではなくカテーテル内をヘパリン含生理食塩水にて持続還流し対応している。また、脊髄実質内の病変や顕微鏡視野外の評価は不可能であるため、カテーテル留置時の確認のみならず、広範囲の病変評価のためには C-arm を用いて DSA を併用することが不可欠である。しかし、これは通常、脊髄外科手術の必要設備の範囲内のものであろう。

結 語

Selective ICG-videoangiography は空間、時間解像度の高い画像が容易に繰り返し得られ、実用的で非常に有用である。