

第二次審査(論文公開審査)結果の要旨

Evaluation of Patency After Vascular Anastomosis Using Quantitative Evaluation of Visualization Time in Indocyanine Green Video Angiography

インドシアニングリーンビデオ脳血管造影における可視時間の定量評価を用いた血管吻合術後の開通性の評価

日本医科大学大学院医学研究科 脳神経外科学分野
研究生 中川 俊祐

World Neurosurg.(2018)110:e699-e709. 掲載

脳血行再建術において、術中にその開通性を確認することは虚血性合併症を避けるために重要である。最も信頼性のある検査は術中脳血管撮影であるが、近年より簡便な方法として doppler やインドシアニンググリーンによる術中蛍光造影(ICG-VAG)を用いた報告がされているが、血流の存在の確認に留まり方向性の評価が困難であった。今回申請者らは ICG-VAG における最大蛍光輝度に達するまでの時間に着目し、これを定量評価することによるバイパス血管の patency の評価について検討を行った。

期間は 2012 年 1 月～2016 年 12 月までに脳血行再建術を行った 37 症例を対象とした。そのうち、動脈硬化性変化に伴う内頸動脈～中大脳動脈の閉塞疾患(虚血グループ)が 22 症例、内頸動脈瘤または中大脳動脈瘤(脳動脈瘤グループ)が 15 例であった。CI group では 31 バイパス、AN group では 25 バイパスを行った。すべての症例でバイパス後に ICG-VAG を行い、FLOW800 システムを用いて解析を行った。

FLOW800 システムでの解析のために、ROI を donor vessel(STA)、recipient vessel の近位側(recipient proximal MCA)および遠位側(recipient distal MCA)、更に吻合血管から十分に離れた位置の皮質血管(control MCA)の計 4 か所にセッティングした。FLOW800 システムの解析により最大蛍光輝度に達するまでの時間の半分の時間($T_{1/2max}$)を定量評価し、これを基にした delay map を作成した。この delay map は蛍光造影の通過時間(transit time)が早いものほど赤く、遅いものほど青く色分けされる。これを利用し、方向性を持ったバイパス血管の開通性を評価した。

統計学的解析は JMP 11.0.0 statistical software を用い、Bonferroni 補正をした paired Student t test で検定を行った。有意水準 0.05 とした。

また虚血グループと脳動脈瘤グループでの red tone の違いを χ^2 検定で解析をした。こちらも有意水準 0.05 とした。

虚血グループでは、 $T_{1/2max}$ は control MCA と recipient proximal MCA、recipient distal

MCA、そして donor STA の間でそれぞれ有意差を認めた。更に、donor STA と recipient proximal MCA、および recipient distal MCA の間でも T1/2max はそれぞれ有意差を認めた。

脳動脈瘤グループでは recipient MCA proximal と donor STA の間に、また recipient distal MCA と MCA control の間に有意差を認めた。

また、実際の術後 CTA もしくは MRA を用いた評価でも吻合血管の patency は術中の ICGVAG 所見と相関していた。

バイパスの patency を確認するためには以下の要素を満たす必要がある。

- ・ STA からの血流は順行性であること
- ・ recipient 血管の両方向に donor 血管から血流があること

さらに、虚血性病変では

- ・ donor 血管からの血流は MCA よりも早期に脳表に到達すること

低灌流に陥っている部位にバイパスを行うと、donor 血管からの血流がより早期に脳表に到達する。これは short transit time effect と呼ばれる。CI group では short transit time effect により、全例で control MCA (非吻合部) と比べて proximal MCA (吻合部近位側) と distal MCA (吻合部遠位側) は T1/2max は短く、バイパス部は red tone で delay MAP であらわされた。これは上記の 3 要素を満たす結果であると考えられる。また、red tone であらわされない場合も recipient 血管の近位側を一時遮断により red tone の確認が可能である。

一方で蛍光輝度そのものを比較対照することや ICG-VAG で脳血流の定量評価することは困難であるとの報告がある。最大蛍光輝度に達するまでの時間の 1/2 の時間を用いて定量評価することでこれらの影響を減じた。

この研究には cortical MCA を吻合部と完全には切り離すことができないこと、ROI を置く位置が限られることが limitation として挙げられる。

CI group では、short transit time によりバイパス部の donor 血管が早く描出され FLOW800 システムを用いることにより patency の確認に有用である。

また、AN group においても近位側の一時遮断を行うことで patency の確認に有用である。

第二次審査では、上記の内容に加え、本研究の臨床的展望、客観的評価方法、吻合後閉塞しにくい血管を選ぶ手法としての活用、吻合前後の比較により実際にどの程度血流が回復しているのかを検討する方法への展開などについて広く質疑がおこなわれたがいずれも適切な回答がなされた。

よって本論文は学位 (医学博士) 論文として価値あるものと認定した。