

論 文 内 容 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 脳神経外科分野

研究生 中 川 俊 祐

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

【背景】

脳血行再建術において、術中にその patency 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。しかし、Doppler や ICG-VAG での評価では血流の向きや血管攣縮などによる血流の遅延の評価が困難であった。今回我々は 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。

【方法】

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(CI group)が 23 症例、内頸動脈瘤または中大脳動脈瘤(AN group)が 14 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(T1/2max)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 patency 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。P<0.05を有意差ありと評価した。

またCI groupとAN groupでのred toneの違いを χ^2 検定で解析をした。こちらもP<0.05を有意差ありと評価した。

【結果】

CI group では、T1/2max 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。

AN group 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。

更に donor STA と control MCA の間の P 値は CI group でより低値であった。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。

【考察】

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

FLOW800 システムを用いることによりこれらの要素を検出できる可能性が示された。

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。本研究では T1/2max までの時間を定量評価し、これを基にして **Delay map** を作成した。

CI group では、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することにより容易に patency の評価が可能である。

これにドップラーや ICG-VAG での所見を加えることにより、より強固にバイパス部の patency の確認をすることができる。

一方で ICG-VAG で脳血流を定量評価することは困難である。これは、深部へは赤外線光が届かないこと、また血圧や心拍数、ICG の注入速度などに影響を受けてしまい、一律の条件の基に検査を繰り返すことが困難なためである。このため我々は脳表の血管に着目し、蛍光輝度そのものではなく、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。

これまでもバイパス部の定量評価に関する研究は過去 20 年で報告があり、これらは脳血管内の血流速度に着目している。我々は脳血流そのものではなく、ICG-VAG における最大蛍光輝度に達するまでの順行性脳血流とバイパス血管からの時間差に着目している点が異なっている。

また、蛍光輝度そのものに着目することにもいくつかの問題点が指摘されている。それは、血中のタンパク濃度やコレステロール値によるもの、または **spread function** と呼ばれる周囲の組織の間接的な光に伴うものである。それゆえ、様々な蛍光輝度の影響を減らすために時間に着目したのである。

この研究には3つの **limitation** がある。

一つは **cortical MCA** を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である。

更に **AN group** では血流が正常であるため、**transit time effect** が得られず **red tone** が確認できないことである。これを解決するにはバイパス部の近位側での一時遮断が必要となる。

最後に **delay map** では輝度の明瞭化のタイミングとその定量評価によるものであるが、**color code** の説明が必要になることである。

【結論】

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的遮断を行うことで **patency** の確認に有用である。