

1) 原著

2) 脳血管内治療前後での評価にC-arm CBVを応用する際の留意点

3) 糸川 博,藤本道生,森谷匡雄,岡本紀善,笹沼仁一

4) 新百合ヶ丘総合病院 脳神経外科

5) 新百合ヶ丘総合病院 脳神経外科

〒215-0026 神奈川県川崎市麻生区古沢都古255

TEL: 044-322-9991

FAX: 044-322-0529

E-mail: itokawa@tc4.so-net.ne.jp

6) Key words: C-arm CBV, relative CBV value, contrast medium, CAS

7) 本論文を,日本脳神経血管内治療学会機関紙「JNET Journal of Neuroendovascular Therapy」に投稿するにあたり,筆頭著者,共著者によって,国内外の他雑誌に掲載ないし投稿されていないことを誓約致します。

要旨

目的:脳血管内治療で生じる変化を評価するために,治療の前後で2回のC-arm CBV検査を行うことがある.治療前と治療後では検査が行われる状況が異なるが,結果に反映される影響については検討されていない.そこで頸動脈ステント留置術(CAS)の治療前後で2回の検査を行なった症例において,治療前後での検査結果の相違と,その有効な評価方法について検討した.

対象・方法:治療側の頸部総頸動脈撮影側面像において,狭窄の近位と遠位に設定した計測点間での造影剤到達ピーク時間の差が,治療の前後で0.5秒以内であった15例を対象とした.C-arm CBV検査は25%希釈造影剤を用いた経動脈的造影剤投与方法で行った.1回目の検査は術前評価のための血管撮影の前に行い,2回目の検査はCAS終了直後に行った.血管支配領域ごとにCBV平均値を求め,治療前後でのCBV値の変化率を評価した.さらに治療側/健常側比も求めて検討した.

結果:治療後の検査において,計測したCBV値は健常側および治療側ともに高値であった.治療側/健常側比として評価すると治療前後での変化は少なく,その値は一定していた.

結論:C-arm CBV検査は,検査前に使用した造影剤の影響を受ける可能性が示唆された.治療前後での評価に応用するには治療側/健常側比などの相対評価を用いることが望ましいと考えられた.

緒言

フラットパネルを装備した血管撮影装置とワークステーションでの解析プログラムが発達したことで、血管撮影室内でもCT-like画像や3D-DSAでの解剖学的評価に加え、脳循環パラメータの一つである脳血液量（CBV; cerebral blood volume）も評価できるようになった。C-アーム血管撮影装置を用いたCBVの解析（C-arm CBV）は、2回のC-アームCT撮影（mask runと造影剤注入下で行うfill run）を行い、この2回の撮影で得られたデータ間での組織造影剤分布の差をCBVの計測に反映させている。¹⁻⁵⁾最近では臨床でも応用されるようになり、急性期脳梗塞に対する初期診断や頸動脈ステント留置術（CAS; carotid artery stenting）の術後評価などの報告が散見されるようになってきている。⁶⁻¹⁰⁾ C-arm CBVは、血管撮影室内でリアルタイムに循環情報を獲得できることから、脳梗塞治療やCASにおいては、その利点を生かして治療前後で施行した検査の結果を比較して評価する場合がある。この場合、治療前と治療後では検査が行われる状況が異なり、特に治療後では治療により造影剤を使用した後に施行されることになる。これまでの報告では、先行使用した造影剤がC-arm CBVにどのような影響を及ぼすのかについて言及されておらず、また治療前後の検査結果の評価方法についても十分な検討はなされていない。そこでCASの治療前後で2回のC-arm CBVを行なった症例を対象にして、治療前後で施行したC-arm CBVの結果の相違や有効な評価方法について検討した。

対象と方法

脳血管撮影およびC-arm CBVの施行にあたっては、当院の倫理委員会で承認を得た後、患者および家族に対して検査前に十分に説明して同意を得て行った。また、血管撮影ならびにC-arm CBVの撮影については、バイプレーン・フラットパネル型血管撮影

装置 (Artis zee BA, Siemens AG, Forchheim, Germany) を用い,併設されたワークステーション (syngo XWP VB 15D, Siemens AG, Forchheim, Germany) を使用して撮影データの解析を行った.

症例の選択

われわれが使用している血管撮影装置には,撮影した血管撮影画像をワークステーション上で解析し,造影剤の経時的な血管内移動をカラーマップとして表示するアプリケーション (iFlow; Siemens AG, Forchheim, Germany) が装備されており,作成したカラーマップ上に任意の計測点を設けることで,その部分での時間対コントラスト強度曲線が得られる.³⁾ 今回の検討ではこのアプリケーションを利用して,治療側の頸部総頸動脈撮影側面像において狭窄近位に相当する第 5 頸椎レベルの総頸動脈と,狭窄遠位に相当する内頸動脈膝部との 2 点を計測部位として,それぞれの部位での時間対コントラスト強度曲線上の造影剤到達ピーク時間を計測し,2 点間でのピーク時間の差を求めた. 治療前後でおのおの算出したピーク時間の差を比較して,その変化が 0.5 秒以内であった症例を治療前後での循環状態の変化が少ない症例と規定して今回の対象群とした. 頸部総頸動脈撮影は,術前および術後ともに撮影フレーム数 4frame/sec で行い,投与レート 5ml/sec で計 7ml の造影剤をパワーインジェクターで投与して行った. 上記の条件に合致した対象例は 15 例であり,いずれも片側性病変で,狭窄度は 70-90%,右側:左側 8:7,無症候性 5 例,minor stroke 10 例であった.これらの症例に対して術前と術後に C-arm CBV 検査を行った.

C-arm CT 撮影

C-arm CBV 検査は 25% 希釈造影剤を用いた経動脈的造影剤投与方法 (aortic arch injection 法) で行なった.^{3,5)} C-arm CBV の撮影方法を Fig. 1 に示す.透視下に 4F 診断

用カテーテル(CXカテーテル,ガドリウス,東京)を大動脈弁近傍の上行大動脈に留置して造影剤投与ルートとした.まずリファレンスのためのC-アーム CT (mask run) を撮影し,始動位置までバックローテーションさせた後に,生理食塩水で25%に希釈した300mgI/mlの非イオン性ヨード造影剤(オイパミロン,富士製薬工業株式会社,富山)をパワーインジェクターを用いて7ml/secのスピードで11秒間,計77ml(無希釈造影剤に換算して19.3ml)を持続投与した.造影剤投与開始9秒後に,2回目のC-アーム CT (fill run) を撮影してデータ収集を行なった.おのおののC-アームCT撮影は,管電圧 70kV,管電流 460mA,200° 回転,撮影フレーム数60 frame /秒,計397 frame,撮影時間 6秒間で行った.得られたデータをワークステーションに転送してC-arm CBVの解析を行なった.

術前評価に相当する1回目のC-arm CBV検査は,治療の2-4週前に先立って施行した脳血管撮影の際に行った.シース挿入後にカテーテルを上行大動脈に留置して,診断撮影による造影剤を使用する前に検査を行った.また,術後評価に相当する2回目のC-arm CBV検査はCAS手技終了後に行った.CASは全例で全身麻酔下にFilterwire EZ (Boston Scientific, Natick, MA, USA)を用いたdistal protection法で施行した.3-3.5mm径のバルーンを用いて前拡張を行い,Carotid Wallstent (Boston Scientific, Natick, MA, USA)の 10mm x 24mm あるいは 10mm x 31mm を留置して,その後4-4.5mm径のバルーンで後拡張を追加した.手技終了後にガイディングカテーテルを下ろし,挿入時にcoaxialとして用いた4-6F コアキシアルカテーテル(CXカテーテル,ガドリウス,東京)を上行大動脈に留置して,術前評価と同様のプロトコールで検査を行った.

評価方法

得られたC-arm CBV画像の解析には,基底核および中大脳動脈領域を広く含む水平断の2断面を用い,前大脳動脈領域(ACA; anterior cerebral artery),中大脳動脈領域(MCA; middle cerebral artery),後大脳動脈領域(PCA; posterior cerebral artery)および基底核領域(BG; basal ganglia)に皮質および白質をともに含む複数の関心領域を設定して,CBV値を血管支配領域ごとに平均して算出した (Fig.2).Minor stroke例では,MRIで確認できる梗塞部分は関心領域に含まないようにした. 血管支配領域ごとのCBV平均値を用いて,健常側と治療側における治療前後でのCBV変化率を求めた. CBV平均値については健常側治療側間で,CBV変化率については治療前後間での有意差の有無についてpaired t testを行って評価した.さらに相対値としての評価を行うため,CBV平均値から治療側/健常側比を求めて治療前後での変化の有無についても同様にpaired t testを行って検討した.

結果

全ての検査において造影剤アレルギーや造影剤腎症などの有害事象は認めず,一定した手技のもとでC-arm CBV検査を施行することができた.また,CASに使用した造影剤量は平均 67.4 ± 15.3 mlであり,周術期合併症は認めなかった.

1. 術前,術後での時間対コントラスト強度曲線上の造影剤到達ピーク時間

治療側の頸部総頸動脈撮影側面像において計測した第5頸椎レベルの総頸動脈と内頸動脈膝部との2点における時間対コントラスト強度曲線上の造影剤到達ピーク時間の差は,術前は 0.66 ± 0.14 秒,術後は 0.48 ± 0.11 秒と,術後で 0.18 ± 0.13 秒短縮しており,両者の間には有意差が認められたが,治療前後での変化は0.5秒以内であった.

2. 治療前後でのC-arm CBV値および変化率

術前評価としての1回目のC-arm CBV値 (ml/100g)ならびに術後評価のための2回目のC-arm CBV値をTable 1に示す. おのおのの領域におけるC-arm CBV値は,脳血管撮影による造影剤の使用前に施行した1回目のC-arm CBV値に比べて,CAS施行後に行った2回目のC-arm CBV値が健常側および治療側ともに高値であった. しかしながら,健常側治療側間には治療前後のいずれの領域においても有意差は認めなかった.

治療前後でのC-arm CBV値の変化率については,健側で3.8 - 6.0%,治療側で3.8 - 9.6%上昇しており,治療側のACA領域で有意差をみとめたものの,他の領域については有意差は認められなかった (Fig. 3).

3. 術前・術後の治療側/健常側比

治療側/健常側比(治療前,治療後)は,ACA領域(1.01±0.25,1.04±0.18),MCA領域(1.05±0.25,1.05±0.31),PCA領域(1.04±0.26,1.05±0.24),BG領域(1.01±0.11,1.09±0.2)であり,治療前後での2回の検査はともに治療側と健常側とで差の少ない1に近い値を示した.また,いずれの血管支配領域においても治療前後の治療側/健常側比に有意差は認めなかった (Fig. 4).

代表例を提示する.66才,女性.高血圧および高脂血症に対して服薬治療を行っていた.内科通院中に施行していた頸動脈エコーにおいて,右頸部内頸動脈狭窄の進行が認められたため当科に紹介となりCASを施行した.治療前の血管撮影では,右頸部内頸動脈に90%の狭窄を認め,第5頸椎レベルの総頸動脈と内頸動脈膝部との2点間での造影剤到達ピーク時間の差は0.8秒であった.全身麻酔下にフィルタープロテクションを行ってCASを施行した.治療後の脳血管撮影では狭窄は改善しており,造影剤到達ピーク時間の差は0.53秒に短縮した.頭蓋内の撮影では前大脳動脈の描出が改

善していた。C-arm CBVにおける治療側/健常側比(術前値,術後値)は,ACA領域(1.03,1.05),MCA領域(0.97,1.05),PCA領域(0.87,0.99),BG領域(0.95,0.95)と,術前後で得られた値はほぼ一定していた。術後は全身麻酔から覚醒させて血圧管理のみを行い,神経脱落症状の出現なく経過した(Fig. 5)。

考察

今回の検討では,C-arm CBV 検査自体に生じうる影響を評価するため,CAS の術前および術後に施行した血管撮影において,治療による循環状態の変化ができるだけ少なくなるように症例を選択した。これまで血管撮影画像を用いて循環状態を評価した報告は,いずれも術者の主観に基づいて slow-flow や normal-flow といった表現を用いた分類による解析であり,定量的な評価を行った報告は,渉猟し得た限り Sorimachi らのフィルターデバイスを用いた CAS 症例に対するフィルター回収前後での血流の状況についての評価があるのみである。¹¹⁾ この中では frame-by-frame evaluation という手法を用いて定量解析が行われているが,興味深いのは DSA の撮影を 3 frame/sec で行った場合,基準となる撮影フレームから 4 フレーム(約 1.3 秒に相当)までの遅延であれば,術者は normal-flow と判断していると述べている点である。実際に定量評価を行うと,この内の 4/5 の症例で定量的には血流低下が検出されると報告されているが,主観的表現と定量評価との間には乖離があることに注意しておく必要がある。今回の検討での症例選択に際しては Sorimachi らの手法を参考にしたが,より簡便に設定した計測部位での定量評価が行えることから iFlow アプリケーションの時間対コントラスト強度曲線を用いた。計測点とした第 5 頸椎レベルと内頸動脈膝部との 2 点における時間対コントラスト強度曲線上の造影剤到達ピーク時間の差は,術前後で 0.18 ± 0.13 秒短縮して有意差も認められたが,この差は 4frame/秒で行った実際の撮影上の 1 frame 分の差にとどまっており,治

療による循環状態の変化ができるだけ少ない症例群での検討が行えたものと考えている。

頭蓋内灌流パラメータとして CBV を計測する意義は、急性期においては脳血管閉塞による血流途絶を反映した CBV 低下領域として脳梗塞巣を検出することであり、慢性脳虚血状態においては脳灌流圧低下の代償として生じる脳血管拡張を反映した組織内での血液量増加の有無を推定することにある。C-arm CBV 検査は、脳血管撮影や脳血管内治療中に血管撮影室を移動することなく検査を行うことができるため、特に急性の脳虚血変化を評価する手段として有用性が高い。実際にこれまでに報告された C-arm CBV の臨床での活用は主に急性期脳梗塞の初期診断に関するものであり、Struffert らや Fiorella らは、脳梗塞症例に対して C-arm CBV 画像と CTP-CBV 画像との比較を行ない、C-arm CBV での虚血検出精度や特異度は虚血性脳血管障害の初期診断において十分な精度を有するものと評価している。^{6,8)} この際 Fiorella らは、C-arm CBV 検査では投与された造影剤が頭蓋内で定常状態となっている状況で fill run が行われることが重要であり、閉塞血管遠位に遅延した側副血行が存在する場合には十分な造影剤の分布が得られていない場合があり、CTP-CBV に比べて CBV の低下を過大評価する可能性があることにも言及している。このことは今回の検討趣旨とは異なるが、C-arm CBV を CAS をはじめとした血管内治療における虚血性合併症を検出する手段として用いる場合にもあてはまり、遠位塞栓を来した部位に循環遅延を伴う側副循環が存在する場合には、われわれが用いている撮影遅延時間の 9 秒では十分な造影剤の分布が得られないまま fill run が行われる可能性があり、CBV 低下領域を過大評価する可能性があることに留意しておく必要がある。

C-arm CBV は、このような初期診断への活用の他に、脳血管内治療の治療効果の評価する手段としても用いられており、Terada らや Fujimoto らが CAS の治療前後で行った C-arm CBV を比較することで、血行再建後の過灌流を検出する試みを報告している。^{9,10)} 初期診断への補助手段として応用する場合には、一度の撮影機会で得られた

画像をCTやMRIなどの他のモダリティと比較して妥当性を評価することが可能であるが、血管内治療による影響を評価する場合には、治療前と治療後の2回の検査を比較する必要があり、特に術後に施行する検査では、治療中に使用した造影剤が検査結果に及ぼす影響を把握した上で評価することが重要である。一般に臨床症例においては、治療前と治療後の検査とを厳密な意味で同じ条件で行うことは困難であるが、今回の検討では検査自体に生じうる影響を評価するため、治療前後での検査をできるだけ近い条件で評価できるように対象例を選択した。結果としては、術前の検査で得られたCBV値に対して、術後の検査ではCBV値が健常側で3.8 - 6.0%、治療側で3.8 - 9.6%上昇しており、健常側においても治療後の検査では治療側と同程度のCBV値の上昇が認められた。Tokunagaらが非イオン性ヨード造影剤の体内での薬物動態について報告しているが、その中でiopamidol 370mgI/mL製剤40mlを約30秒で静脈内投与した際の血漿中ヨウ素濃度は静注後5分で1.9mgI/mL、30分後で約1mgI/mL、4時間後には0.2mgI/mLに減少したと述べている。また排泄については、2時間後の時点で約60%が、さらに24時間後にはほぼ全量が尿中に排泄されるとしている。¹²⁾ 今回の術後評価としての2回目のC-arm CBVは全例でCAS終了後15分以内に行っているため、術後の検査では、造影剤の使用前に施行した1回目の術前の検査よりも血漿中に存在する造影剤ヨード濃度が高い状態で検査が行われていることになり、このことが術後検査でのCBV計測値が高くなった一因として関与したのではないかと思われる。また、現在使用されているC-arm CBVアプリケーションは、脳実質にある程度の希薄な造影剤の残留が認められる場合にも「Mask画像を差分することで正しくCBVを計算できる」という理念で開発されている。詳細については開示されていないが、このCBVの計算式には検査時の残留造影剤の影響やCASでの狭窄改善に起因する治療側頸動脈での造影剤移動時間の短縮がCBV計測値に及ぼしうる影響については考慮されていない。¹³⁾ したがって術後CBV計測値の上昇を来しうるファクターのひとつとして、アプリケーションのCBV計算式自

体に起因する問題も関与している可能性があると考えている。これらの可能性を考慮した上で、現在のアプリケーションを用いて治療前後の検査で得られた CBV 計測値をそのまま用いて比較する場合には、術後 CBV 値は術前値と比較して 10%程度の上昇が生じ得ることを念頭において評価する必要があるものと思われた。

一方で得られた計測値を相対値として評価する場合には、術前および術後の検査で得られた治療側/健常側比はほぼ一定の値を示した。つまり、造影剤使用後に行った2回目の検査でのCBV値の上昇が、治療側、健常側ともに同程度であったことから、相対値として評価する場合には術後検査での上昇分が相殺されて、術前後の検査を同じ尺度で評価することができたものと考えられた。代表例に示したように、治療の前後での循環状態の変化が少ない症例では、得られた治療側/健常側比は術前後ともに1に近い値で一定していた。一方でFujimotoらがCAS術後に出血を来した症例を提示しているが、そのなかで出血を来した部分におけるC-arm CBVの治療側/健常側比は治療後に1.59-2.1と著明な上昇を示していた。¹⁰⁾ このことから、治療側/健常側比という相対値を用いて評価することで、治療前後での変化が少ない場合には治療側/健常側比は変化の少ない一定の値として評価でき、もし治療により何らかの変化が生じた場合には、単純にCBV値を比較するよりも、その影響を明確に捉えることができると思われた。

本研究における限界として、対象とした症例数が少なく、対象例の選択も治療前後での循環状態の変化が少ない症例としてわれわれが独自に基準を設けて検討したものであり、厳密な意味で頭蓋内での循環動態の変化がない症例群ではないことが挙げられるが、術後検査としてC-arm CBV検査を行う際の問題点を提示することができたと考えている。今後の展望として、本研究の目的とは異なるが今回対象としなかった術前後での循環状態の変化が大きい例についても同様の方法で検討すれば、興味深い結果が得られる可能性がある。また、われわれの用いている経動脈的造影剤投与方法では、これまでの報告でも示した通りC-arm CBV画像に左右差が生じる可能性がある。^{3,5)}

今回の対象群では、明確な左右差を示した症例は含まれなかったが、同一症例において治療前後での結果を比較する場合には、治療側同士あるいは健常側同士を比較するか、あるいは治療側/健常側比という相対値で評価することで、検査プロトコールの問題で生じる左右差が評価に及ぼす影響を小さくできるものと思われた。

現在のC-arm CBVの検査方法は、初期の報告と比べて検査中のC-arm CTの撮影時間が8秒から6秒に短縮され、また希釈造影剤を用いることで検査に必要な造影剤量を減少させることができるようになっている。しかしながら、C-arm CBV検査はあくまで脳血管撮影や脳血管内治療に付随して行う補助検査であることを念頭に置いて検査の適応を考えることが重要と考えている。

結語

C-arm CBV検査を脳血管内治療前後の評価に応用する際の留意点について報告した。C-arm CBVでは検査前に使用する造影剤の影響を受ける可能性が示唆されたが、相対値とした治療側/健常側比で評価を行うことで、治療によって生じた変化が把握しやすくなると考えられた。

利益相反開示

本論文に関して、開示すべき利益相反状態は存在しない。

文献

1. Ahmad AS, Zellerhoff M, Strother CM, et al. C-arm CT measurement of cerebral blood volume: an experimental study in canines. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009; 30: 917-922.
2. Bley T, Strother CM, Pulfer K, et al. C-Arm CT Measurement of Cerebral Blood Volume in Ischemic Stroke: An Experimental Study in Canines. *AJNR Am J Neuroradiol* 2010; 31: 536-540.
3. Itokawa H, Moriya M, Fujimoto M, et al. Technical evaluation of the measurement of cerebral blood volume by intra-arterial injection of contrast medium and visualization of color-coded digital subtraction angiography images using an angiographic C-arm system. *JNET* 2011; 5: 134-141 (In Japanese).
4. Van der Bom IMJ, Mehra M, Walvick RP, et al. Quantitative Evaluation of C-Arm CT Cerebral Blood Volume in a Canine Model of Ischemic Stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012; 33: 353-358.
5. Itokawa H, Moriya M, Fujimoto M, et al. Evaluation of the aortic arch injection method using 50% diluted-contrast medium for the measurement of cerebral blood volume with an angiographic C-arm system. *JNET* 2013; 7: 145-155 (In Japanese).
6. Struffert T, Deuerlig-Zheng Y, Kloska S, et al. Flat Detector CT in the Evaluation of Brain Parenchyma, Intracranial Vasculature, and Cerebral Blood Volume: A Pilot Study in Patients with Acute Symptoms of Cerebral Ischemia. *AJNR Am J Neuroradiol* 2010; 31: 1462-1469.
7. Mordasini P, El-Koussy M, Brekenfeld C, et al. Applicability of tableside flat panel detector CT parenchymal cerebral blood volume measurement in

- neurovascular interventions: preliminary clinical experience. AJNR Am J Neuroradiol 2012; 33: 154-158.
8. Fiorella D, Turk A, Chaudry I, et al. A prospective, multicenter pilot study investigating the utility of flat detector derived parenchymal blood volume maps to estimate cerebral blood volume in stroke patients. J NeuroIntervent Surg 2014; 6: 451-456.
 9. Terada Y, Hatano T, Nagai Y, et al. Intraprocedural Detection of Cerebral Hyperperfusion by Flat Detector Computed Tomography in the Evaluation of Cerebral Blood Volume during Carotid Artery Stenting. Interventional Neuroradiology 2014; 20: 502-509.
 10. Fujimoto M, Itokawa H, Moriya M, et al. Evaluation of cerebral hyperperfusion after carotid artery stenting using C-arm CT measurement of cerebral blood volume. Clin Neuroradiol 2016; DOI: 10.1007/s00062-016-0552-x
 11. Sorimachi T, Nishio K, Morita K, et al. Flow impairment during filter-protected carotid artery stent placement: Frame-by-frame evaluation of digital subtraction angiography images. World Neurosurg 2011; 76: 282-287.
 12. Tokunaga K, Marukawa T, Hosoki T, et al. Clinical study with iopamidol for excretory urography: A comparison of iopamidol and diatrizoate. Japan-Germeny medical reports 1986; 31(3): 120-131 (In Japanese).
 13. Siemens healthcare KK, personal communication.

図表説明

Figure 1 上段:C-arm CBV検査プロトコール.2回のC-アーム CT撮影 (mask run と造影剤注入下で行う fill run) を行い,この2回の撮影で得られたデータ間での組織造影剤分布の差をCBVの計測に反映させている(矢印:カテーテル留

置部位). 下段: 頸動脈ステント留置術における治療前と治療後の検査スケジュール.

Figure 2 C-arm CBV 画像と関心領域の設定. 水平断の画像上で, 前・中・後大脳動脈領域, 基底核領域に皮質および白質をともに含む複数の関心領域を設定した.

Table 1 頸動脈ステント留置術前後でのCBV計測値(平均±標準偏差).

Figure 3 頸動脈ステント留置術の治療前後でのC-arm CBV変化率.
ACA; anterior cerebral artery, MCA; middle cerebral artery, PCA; posterior cerebral artery, BG; basal ganglia

Figure 4 頸動脈ステント留置術の術前および術後での治療側/健常側比.
ACA: anterior cerebral artery, MCA: middle cerebral artery, PCA: posterior cerebral artery, BG: basal ganglia

Figure 5 66才, 女性. 無症候性右頸部内頸動脈狭窄に対して頸動脈ステント留置術を施行. (A) 術前右総頸動脈撮影頸部側面像. 右頸部内頸動脈分岐部に90%の狭窄を認める. (B) 術前右総頸動脈撮影正面像. (C) 術前 C-arm CBV 画像. 明らかな左右差は認めない. (D) 治療後右総頸動脈撮影頸部側面像. 狭窄は改善している. (E) 術後右総頸動脈正面像. 前大脳動脈の描出が改善している. (F) 術後 C-arm CBV 画像. 治療側でのCBV上昇は認めない.

Figure 1

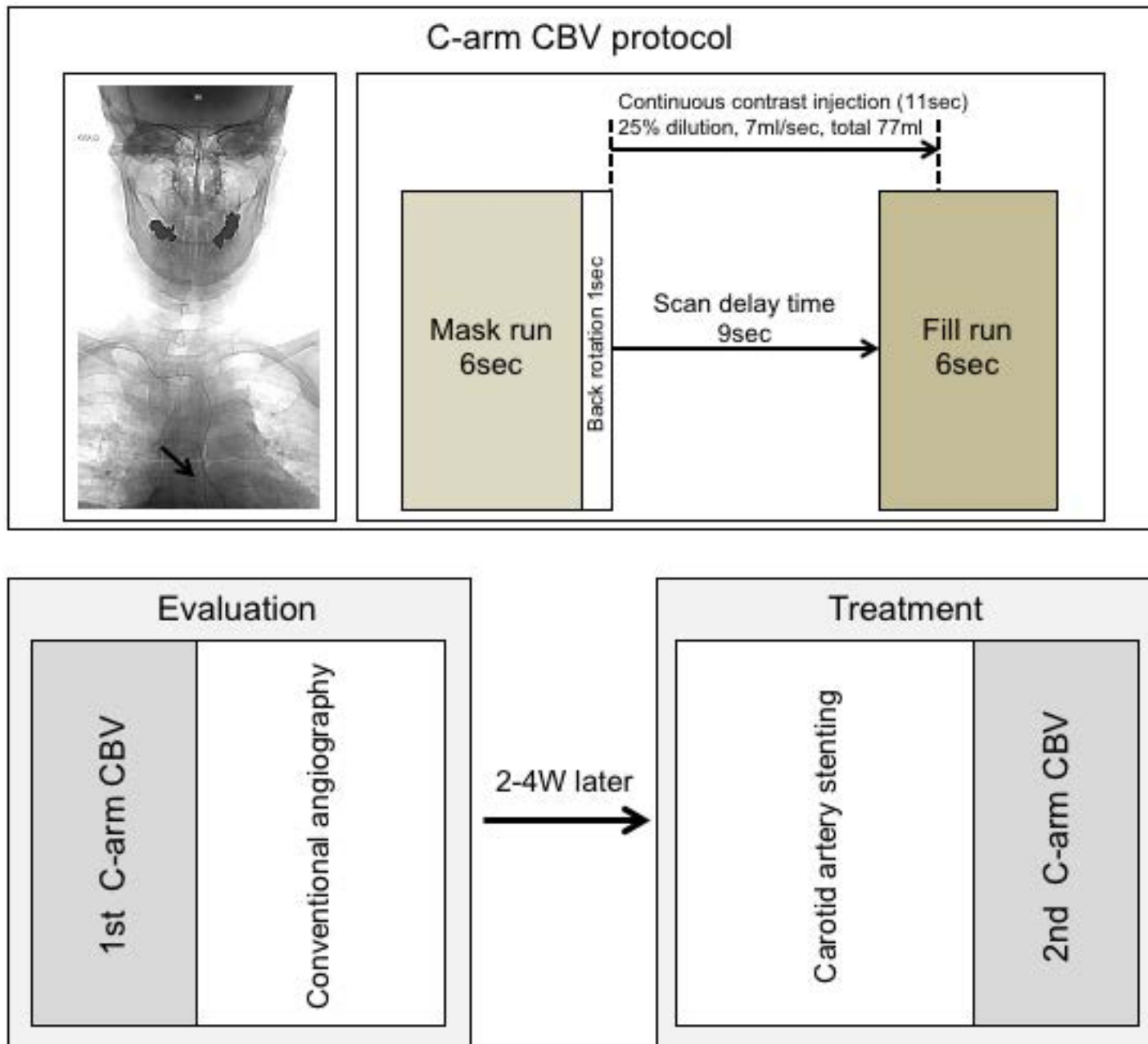


Figure 2

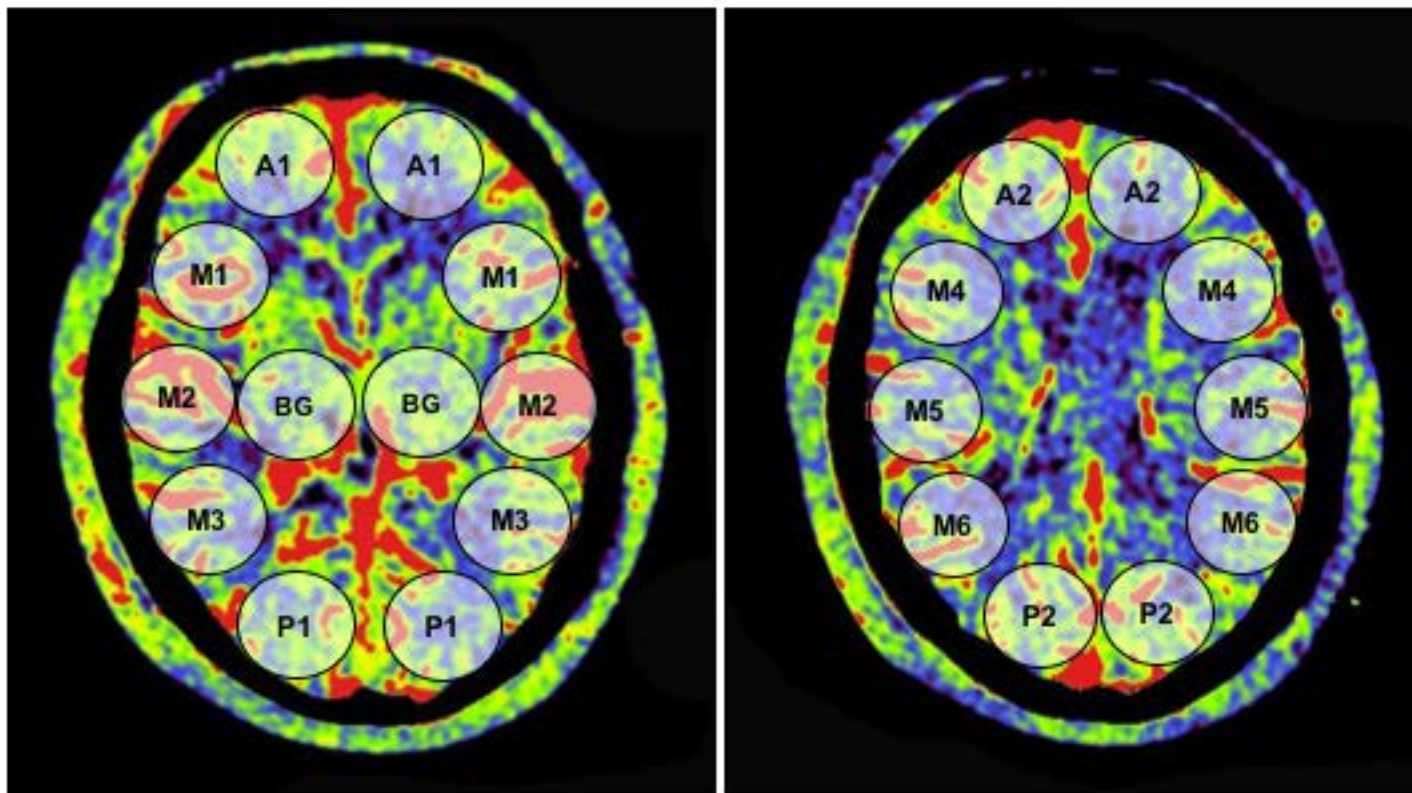


Figure 3

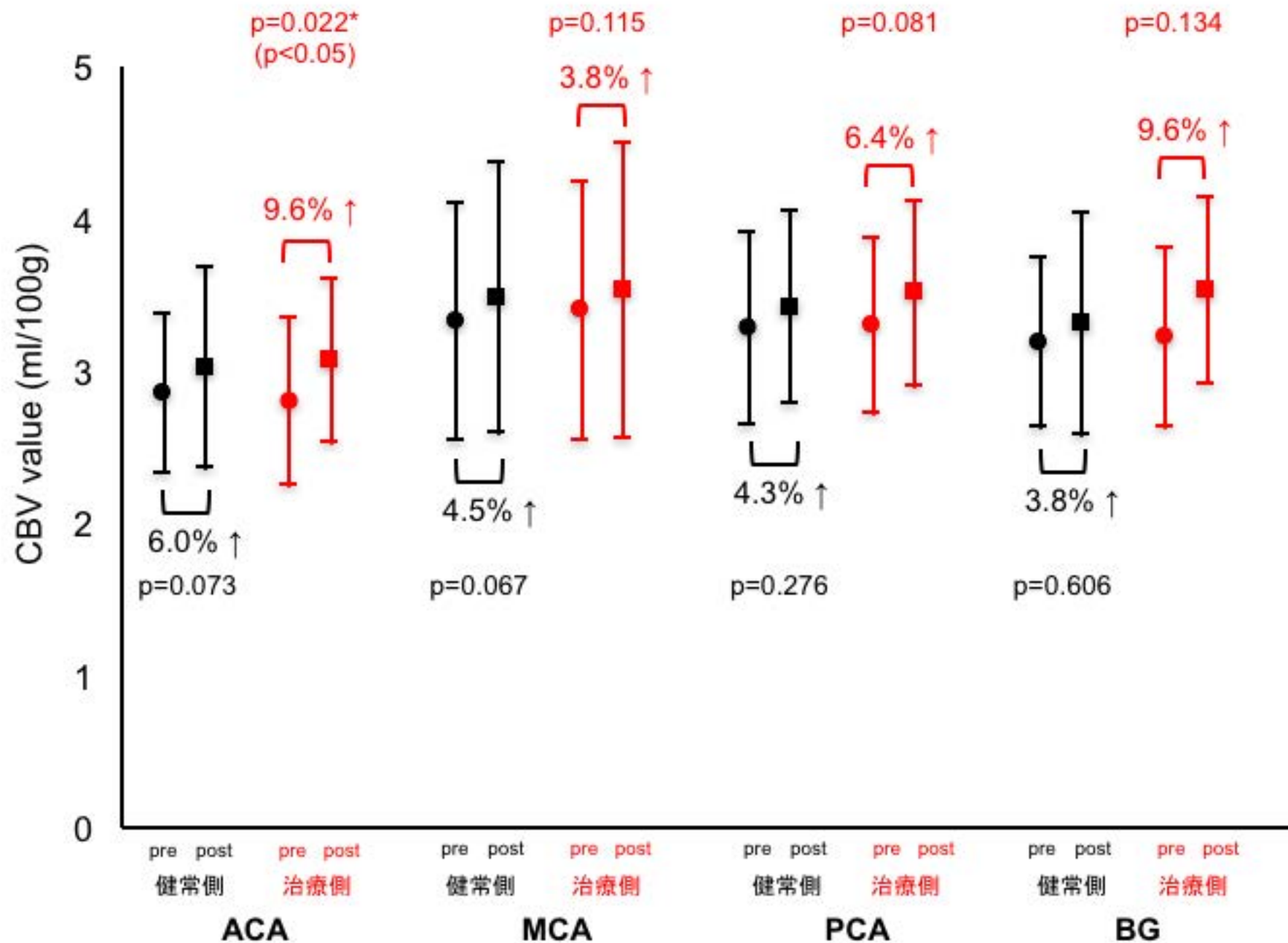


Figure 4

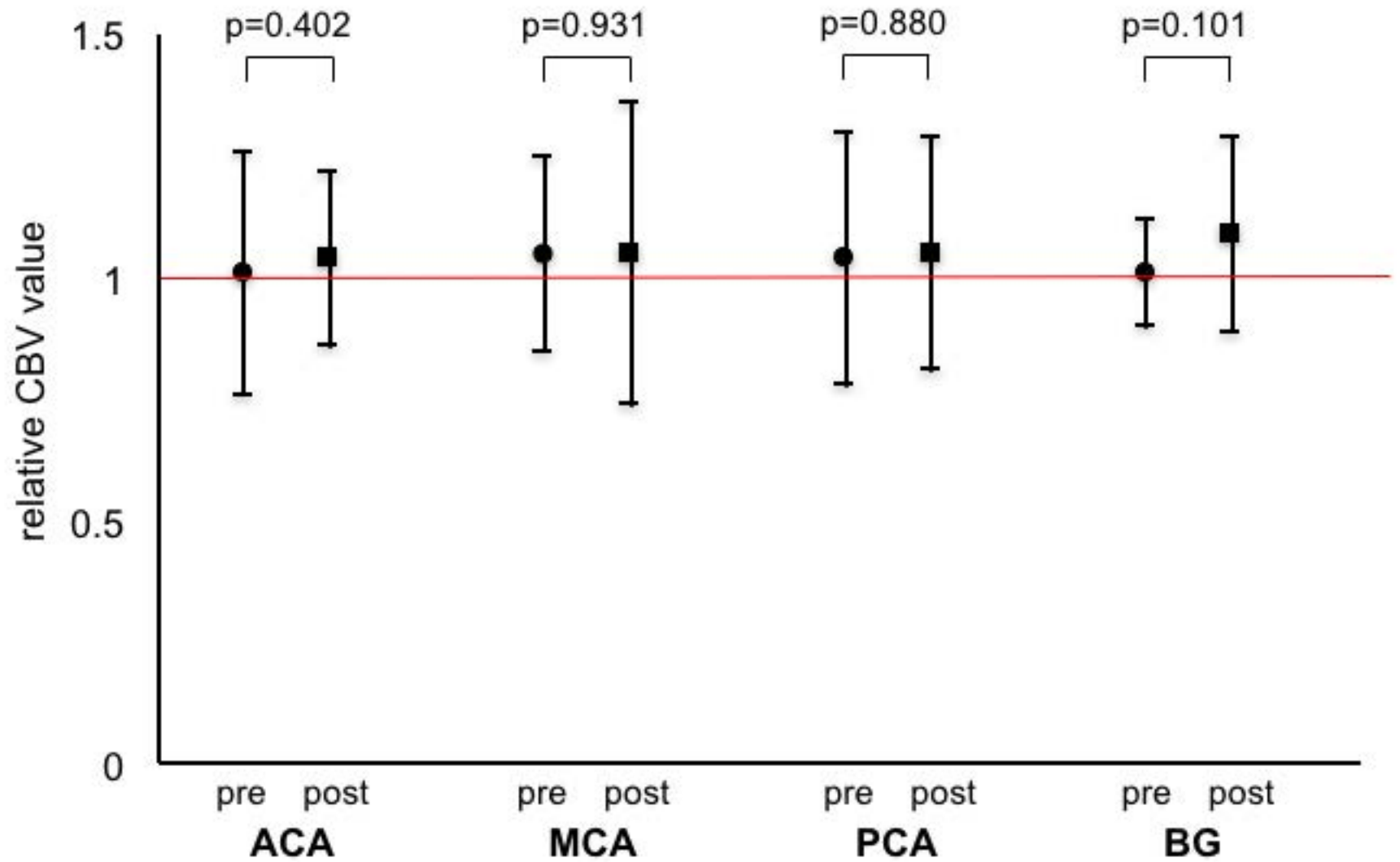
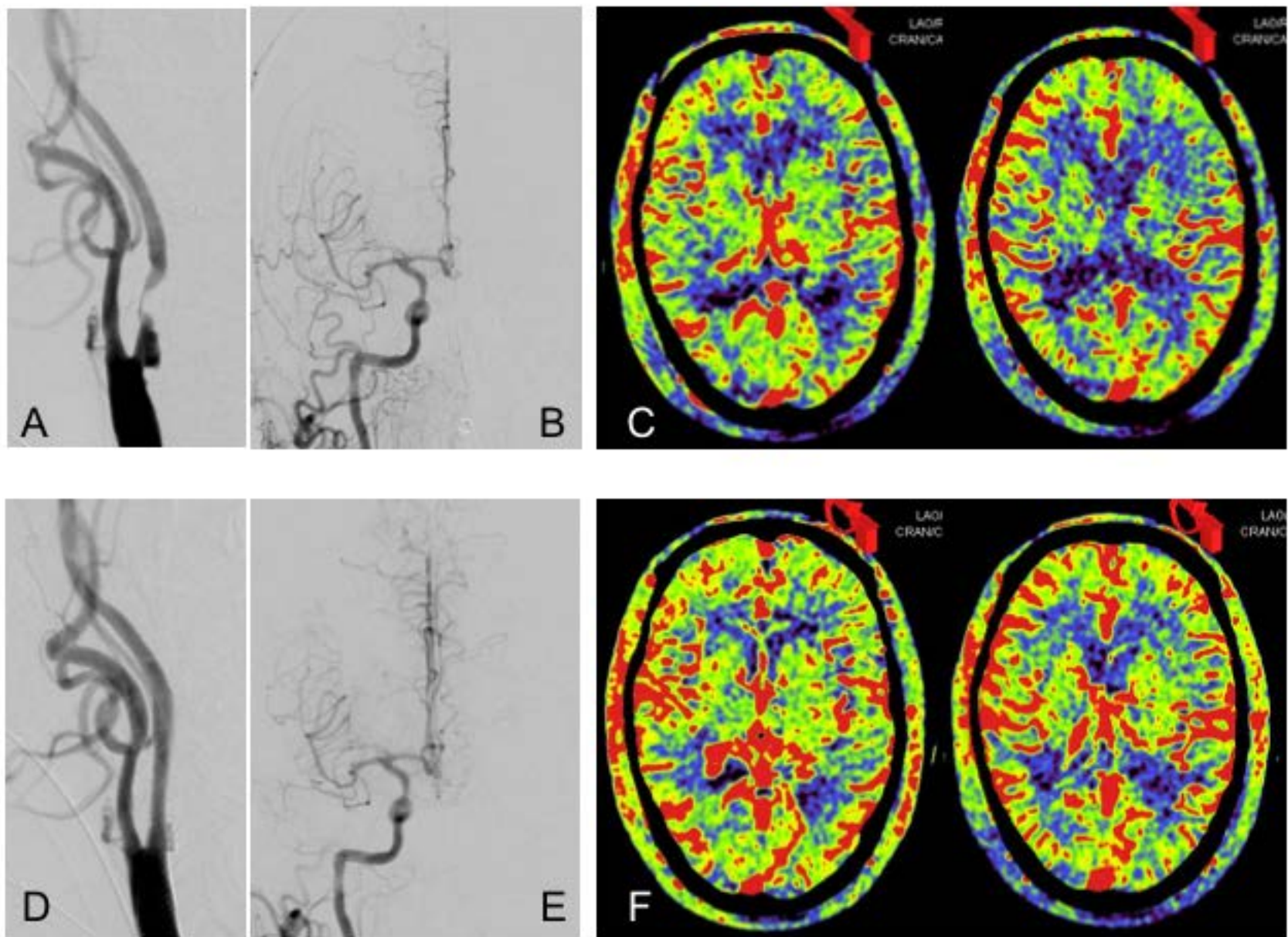


Figure 5



		C-arm CBV value (ml/100g)	
		治療前	治療後
ACA	健常側	2.85±0.52	3.02±0.66
	治療側	2.80±0.55	3.07±0.54
	p	p=0.737	p=0.567
MCA	健常側	3.33±0.78	3.48±0.89
	治療側	3.40±0.85	3.53±0.97
	p	p=0.384	p=0.601
PCA	健常側	3.28±0.63	3.42±0.63
	治療側	3.30±0.58	3.51±0.61
	p	p=0.790	p=0.440
BG	健常側	3.19±0.56	3.31±0.72
	治療側	3.22±0.59	3.53±0.61
	p	p=0.822	p=0.158

ACA; anterior cerebral artery, MCA; middle cerebral artery, PCA; posterior cerebral artery, BG; basal ganglia.