

III. 研究成果の刊行に関する 一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
中川原譲二	周術期管理	寺本明、他	NS NOW 6 脳虚血の外科 その最新知見	メジカルビュー社	東京	2009	10-20
森脇博	脳血管障害：卒中後てんかん	友池仁暢	最新 循環器診療マニュアル	中山書店	東京	2009	557-560: 分担執筆

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Kudomi N, Jarvisalo MJ, Kiss J, Borra R, Viljanen A, Viljanen T, Savunen T, Knuuti J, Iida H, Nuutila P, Iozzo P.	Non-invasive estimation of hepatic glucose uptake from [¹⁸ F]FDG PET images using tissue-derived input functions	<i>Eur J Nucl Med Mol Imaging</i>			2009
de Jong HW, Lubberink M, Watabe H, Iida H, Lammertsma AA.	A method to measure PET scatter fractions for daily quality control	<i>Med Phys</i>	36	4609-15	2009
Huang Q, Zeniya T, Kudo H, Iida H, Gullberg G.	Interior SPECT reconstruction problem with tiny a priori knowledge -An application for high resolution pinhole brain imaging	<i>Proceedings of 10th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine</i>	-	358-361	2009
越野一博, 平野祥之, 寺本昇, 渡部浩司, 飯田秀博.	PET装置ならびに関連技術の進歩	<i>PET journal</i>	5	21-23	2009
Zeniya T, Hirano Y, Sakimoto T, Ishida K, Watabe H, Teramoto N, Kudo H, Minato K, Hatazawa J, Iida H.	Conceptual design of high resolution and quantitative SPECT system for imaging a selected small ROI of human brain	<i>2009 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record</i>	-	3484-3486	2009

飯田秀博, 中川原譲二, 松田博史, 中島孝, 石田良雄, 宮本享, 銭谷勉, 黒川徹, 赤松哲哉, 山田章吾, 丸野廣大, 畑澤順, 福島和人, 橋川一雄, 鈴木倫保, 中澤真弓, 石田健二.	SPECT画像構成・画像処理の標準化とその評価に関する研究	核医学	46	109-111	2009
Yamanami M, Yamamoto A, Iida H, Watanabe T, Kanda K, Yaku H, Nakayama Y.	3-Tesla magnetic resonance angiographic assessment of a tissue-engineered small-caliber vascular graft implanted in a rat	<i>J Biomed Mater Res B Appl Biomater</i>	92B	156-160	2009
Iihara K, Okawa M, Hishikawa T, Yamada N, Fukushima K, Iida H, Miyamoto S.	Slowly progressive neuronal death associated with postischemic hyperperfusion in cortical laminar necrosis after high flow bypass for carotid intracavernous aneurysm	<i>J Neurosurg</i>	In press	In press	2009
Kudomi N, Koivuviita N, Liukko KE, Oikonen VJ, Tolvanen T, Iida H, Tertti R, Metsarinne K, Iozzo P, Nuutila P.	Parametric renal blood flow imaging using [¹⁵ O]H ₂ O and PET	<i>Eur J Nucl Med Mol Imaging</i>	36	683-691	2009
Iwanishi K, Watabe H, Fujisaki H, Hayashi T, Miyake Y, Minato K, Naganuma M, Uehara T, Yokota C, Moriwaki H, Kajimoto K, Fukushima K, Minematsu K, Iida H.	Evaluation of utility of asymmetric index for count-based oxygen extraction fraction on dual-tracer autoradiographic method for chronic unilateral brain infarction	<i>Ann Nucl Med</i>	23	533-539	2009
Ikoma Y, Watabe H, Hayashi T, Miyake Y, Teramoto N, Minato K, Iida H.	Quantitative evaluation of changes in binding potential with a simplified reference tissue model and multiple injections of [¹¹ C]raclopride	<i>Neuroimage</i>	47	1639-1648	2009
Iwanishi K, Watabe H, Hayashi T, Miyake Y, Minato K, Iida H.	Influence of residual oxygen-15-labeled carbon monoxide radioactivity on cerebral blood flow and oxygen extraction fraction in a dual-tracer autoradiographic method	<i>Ann Nucl Med</i>	23	363-371	2009
銭谷勉, 飯田秀博.	小動物の高解像度SPECTイメージング	<i>Isotope News</i>	3月号	7-9	2009

Kudomi N, Hayashi T, Watabe H, Teramoto N, Piao R, Ose T, Koshino K, Ohta Y, Iida H.	A physiological model for recirculation water correction in CMRO ₂ assessment with ¹⁵ O ₂ inhalation PET	<i>J Cereb Blood Flow Metab</i>	29	355-364	2009
Yamamoto A, Sato H, Enmi J, Ishida K, Ose T, Kimura A, Fujiwara H, Watabe H, Hayashi T, Iida H.	Use of clinical MRI scanner for pre-clinical research on rats	<i>Radiological Physics and Technology</i>	2	13-21	2009
飯田秀博, 銭谷勉, 越野一博, 平野祥之.	核医学的測定法の進歩	<i>分子脳血管病</i>	9	44-50	2010
Koshino K, Watabe H, Hasegawa S, Hayashi T, Hatazawa J, Iida H.	Development of motion correction technique for cardiac ¹⁵ O-water PET study using an optical motion tracking system	<i>Ann Nucl Med</i>	24	1-11	2010
Ikoma Y, Watabe H, Hayashi T, Miyake Y, Teramoto N, Minato K, Iida H.	Measurement of Density and Affinity for Dopamine D ₂ Receptors by a Single PET Scan with Multiple Injections of [¹¹ C]raclopride	<i>J Cereb Blood Flow Metab</i>	30	663-673	2010
Temma T, Iida H, Hayashi T, Teramoto N, Ohta Y, Kudomi N, Watabe H, Saji H, Magata Y.	Quantification of Regional Myocardial Oxygen Metabolism in Normal Pigs using Positron Emission Tomography with Injectable ¹⁵ O-O ₂	<i>Eur J Nucl Med Mol Imaging</i>	37	377-385	2010
松田博史	神経変性疾患の画像診断ならびに画像統計解析	<i>Geriat. Med.</i>	47(12)	1693-1697	2009
松田博史	脳画像検査の方法、脳の統計画像	<i>神経内科</i>	72(Suppl.6)	126-131	2010
中川原譲二	脳血流検査 (SPECT)	<i>からだの科学</i>	260	86-89	2009
中川原譲二	SPECTによる脳機能画像解析	<i>脳循環代謝</i>	20	44-57	2009
Taguchi A, Nakagomi N, Matsuyama T, Kikuchi-Taura A, Yoshikawa H, Kasahara Y, Hirose H, Moriwaki H, Nakagomi T, Soma T, Stern DM, Naritomi H.	Circulating CD34-positive cells have prognostic value for neurologic function in patients with past cerebral infarction	<i>J Cereb Blood Flow Metab</i>	29	34-38	2009

Todo K, <u>Moriwaki H</u> , Saito K, Naritomi H	Frequent premature atrial contractions in stroke of undetermined etiology	<i>Eur Neurol</i>	61	285-288	2009
田口明彦, 森脇博, 成富博章	脳血管障害に対する幹細胞治療法の開発	<i>Clinical Neuroscience</i>	27	112-113	2009
<u>Miyamoto Y</u> , Morisaki H, Yamanaka I, Kokubo Y, Masuzaki H, Okayama A, Tomoike H, Nakao K, Okamura T, Yoshimasa Y, Morisaki T.	Association study of 11b-hydroxysteroid dehydrogenase type 1 gene polymorphisms and metabolic syndrome in urban Japanese cohort.	<i>Diabetes Research and Clinical Practice</i>	85	128-132	2009
Okamura T, Kokubo Y, Watanabe M, Higashiyama A, <u>Miyamoto Y</u> , Yoshimasa Y, Okayama A.	Low-density lipoprotein cholesterol and non-high-density lipoprotein cholesterol and the incidence of cardiovascular disease in an urban Japanese cohort study: The Suita study	<i>Atherosclerosis</i>	203	587-592	2009
Harada K, <u>Miyamoto Y</u> , Morisaki H, Ohta N, Yamanaka I, Kokubo Y, Makino H, Harada-Shiba M, Okayama A, Tomoike H, Okamura T, Saito Y, Yoshimasa Y, Morisaki T.	A novel Thr56Met mutation of the autosomal recessive hypercholesterolemia gene associated with hypercholesterolemia.	<i>J Atheroscler Thromb</i>	17	131-140	2010
Maeda Y, Nomura S, Kurokawa T, Ishihara H, Harada K, Yoneda H, Kato S, Fujisawa H, <u>Suzuki M</u> .	Cerebrovascular moyamoya disease in a preschool aged-girl who underwent interruption of the right common carotid artery in the neonatal period	<i>J Neurosurg Pediatrics</i>	3	316-319	2009
Nishi H, Sawamoto N, Namiki C, Yoshida H, Duy Thuy DH, Ishizu K, <u>Hashikawa K</u> , Fukuyama H.	Correlation between Cognitive Deficits and Glucose Hypometabolism in Mild Cognitive Impairment	<i>J Neuroimaging</i>	20	29-36	2010
Iseki K, Hanakawa T, <u>Hashikawa K</u> , Tomimoto H, Nankaku M, Yamauchi H, Hallett M, Fukuyama H.	Gait disturbance associated with white matter changes: A gait analysis and blood flow study	<i>NeuroImage</i>	49	1659-1666	2010

Asada A, Takaya S, Takayama Y, Yamauchi H, <u>Hashikawa K</u> , Fukuyama H.	Reversible Alcohol-related Dementia: A Five-year Follow-up Study Using FDG-PET and Neuropsychological Tests	<i>Internal Medicine</i>	49	283-287	2010
<u>Yokota C</u> , Minematsu K, Ito A, Toyoda K, Nagasawa H, Yamaguchi T.	C Albuminuria, but not metabolic syndrome, is a significant predictor of stroke recurrence in ischemic stroke.	<i>J Neurol Sci</i>	277	50-53	2009
<u>Yokota C</u> , Minematsu K, Tomii Y, Naganuma M, Ito A, Nagasawa H, Yamaguchi T.	Low levels of plasma soluble receptor for advanced glycation end products are associated with severe leukoaraiosis in acute stroke patients.	<i>J Neurol Sci</i>	287	41-44	2009
崎本智則, <u>銭谷勉</u> , 石田健二, <u>渡部浩司</u> , <u>平野祥之</u> , Antti Sohlberg, 湊小太郎, <u>飯田秀博</u> .	頭部SPECTにおけるコリメータ開口補正およびモンテカルロ法に基づく散乱線補正を用いた画像再構成法の定量精度評価	日本医用画像工学会誌 <i>Med Imag Tech</i>	28	135-144	2010
崎本智則, <u>銭谷勉</u> , <u>渡部浩司</u> , Antti Sohlberg, 石田健二, <u>平野祥之</u> , 湊小太郎, <u>飯田秀博</u>	コリメータ開口補正およびモンテカルロ法に基づく散乱線補正を用いたSPECT画像再構成の定量精度評価	電子情報通信学会技術報告	109	13-18	2010
<u>Iida H</u> , <u>Nakagawara J</u> , Hayashida K, <u>Fukushima K</u> , Watabe H, <u>Koshino K</u> , <u>Zeniya T</u> , Stefan E.	Multicenter evaluation of a standardized protocol for rest and acetazolamide CBF assessment using quantitative SPECT reconstruction program and split-dose ¹²³ I-IMP	<i>J Nucl Med.</i>	submitted		2010

IV. 研究成果の刊行物・別刷

周術期管理

中村記念病院脳神経外科 中川原讓二

アウトライン

脳梗塞再発予防を目的とする浅側頭動脈—中大脳動脈 (STA-MCA) バイパス手術の周術期管理では、術前・術中・術後管理のポイントを明確にして合併症を回避することが重要である。

術前管理では、JET studyにおいて検討された手術の適応基準と除外基準をしっかりと確認することが重要である (表1)。また、心血管合併症等の評価や危険因子管理のための薬物治療、抗血小板薬の継続と中止時期の確認なども重要となる。

術中管理では、術者は本手術に十分習熟しているとともに、麻酔医と協力して安全確実な手術を遂行することが重要である。また、術中にバイパスの開存状態を評価することも必要である。

術後管理では、術直後は集中治療室において十分な人員のもとで行う。血圧、血液ガス分圧、体液バランスの管理と頭皮下ドレーンや過灌流の管理などが重要となる。治療前日から術後1週間程度の管理についてはクリニカルパスを作成し、チームで管理することが重要である。

術前管理

ここがポイント

JET study¹⁾ において検討された手術の適応基準と除外基準 (表1) をしっかりと確認することが重要である。

表1 JET studyにおけるバイパス手術の適応基準と除外基準

●適応基準	
①内頸動脈系の閉塞性血管病変 (アテローム血栓性) によるTIAあるいはminor strokeを3カ月以内に認めた73歳以下の症例で、modified Rankin disability Scale (mRS) が、1あるいは2の症例であること。	
②放射線学的な基準としては、CTあるいはMRI上、一血管支配領域にわたる広範な脳梗塞巣を認めず、脳血管造影上内頸動脈あるいは中大脳動脈本幹の閉塞あるいは高度狭窄をもつ症例であること。	
③脳循環動態の基準としては、最終発作から3週間以上経過後に行ったPET、SPECT (¹³³ Xeあるいは ¹²³ IMP)、あるいはcold Xe CTを用いた定量的な脳循環測定にて中大脳動脈領域の安静時脳血流が正常平均値の80%未満かつ脳循環予備能が10%以下の症例であること。	
●除外基準	
①神経症候が重症な症例 (mRSが3以上)	⑤空腹時血糖値が300mg/dL以上あるいはインスリン治療が必要となる症例
②非動脈硬化病変の症例	⑥拡張期血圧が110mmHg以上の症例
③悪性腫瘍・腎不全・心不全・肝不全・呼吸不全の合併する症例	⑦動脈原性脳塞栓症
④6カ月以内の心筋梗塞を合併する症例	⑧心原性脳塞栓症

患者の一般状態の確認

患者の脳梗塞・脳虚血発作が、3カ月以内の内頸動脈系の閉塞性血管病変（アテローム血栓性）による一過性脳虚血発作（transient ischemic attacks : TIA）あるいはminor strokeであること、患者の年齢が73歳以下であること、術前の患者のmodified Rankin disability Scale (mRS) が0～2で、介助を必要としないこと、などを確認する。

また、悪性腫瘍・腎不全・心不全・肝不全・呼吸不全を合併していないこと、6カ月以内の心筋梗塞を合併していないこと、空腹時血糖値が300mg/dL以上、あるいはインスリン治療が必要ではないこと、拡張期血圧が110mmHg以上ではないこと、動脈原性脳塞栓症や心原性脳塞栓症ではないこと、などについても必ず確認する。

脳循環動態の確認（血行力学的脳虚血Stage IIの診断^{2, 3)}）

最終発作から3週間以上経過した後に行った脳血流SPECT定量画像において、閉塞性血管病変の支配域に血行力学的脳虚血Stage IIがみられることを確認する。Stage IIの評価方法としては以下の2つの方法があるが、測定精度が十分満たされたSPECT検査であることが前提となる。

①中大脳動脈領域のROI定量による評価（図1）

安静時脳血流<正常平均値の80%、脳循環予備能<10%

②SEE解析³⁾による定位定量画像による評価（図2）

血行力学的脳虚血Stage IIの領域を、標準脳上のピクセルの集合として確認できる。

図1 慢性期の血行力学的脳虚血例の脳血流SPECT定量画像解析

65歳、男性。右片麻痺・言語障害にて発症した左内頸動脈閉塞症の慢性期の安静時脳血流SPECTの定量解析（a）およびacetazolamide負荷時脳血流SPECTの定量解析（b）を示す。血行力学的脳虚血の評価基準（図2）により、左中大脳動脈領域は血行力学的脳虚血Stage IIと判定され、脳梗塞再発予防を目的としたEC-ICバイパス手術の適応が決定された。術後1年後の安静時脳血流SPECTの定量解析（c）およびacetazolamide負荷時脳血流SPECTの定量解析（d）では、左MCA領域はStage Iと判定された。

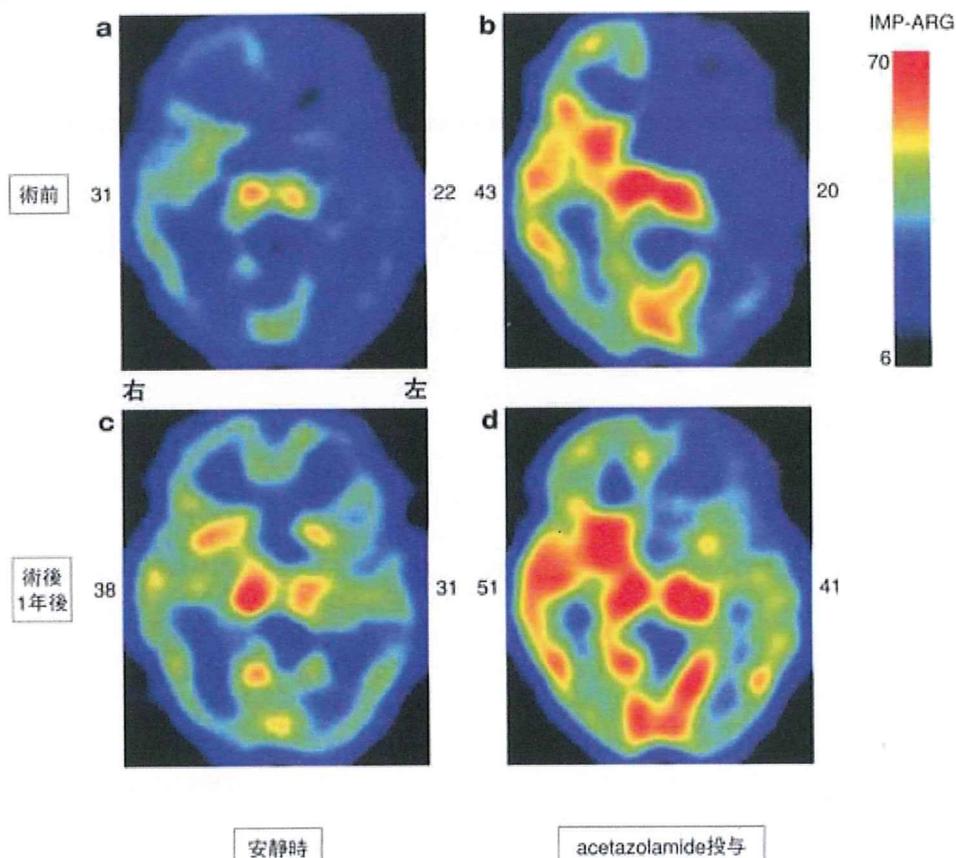
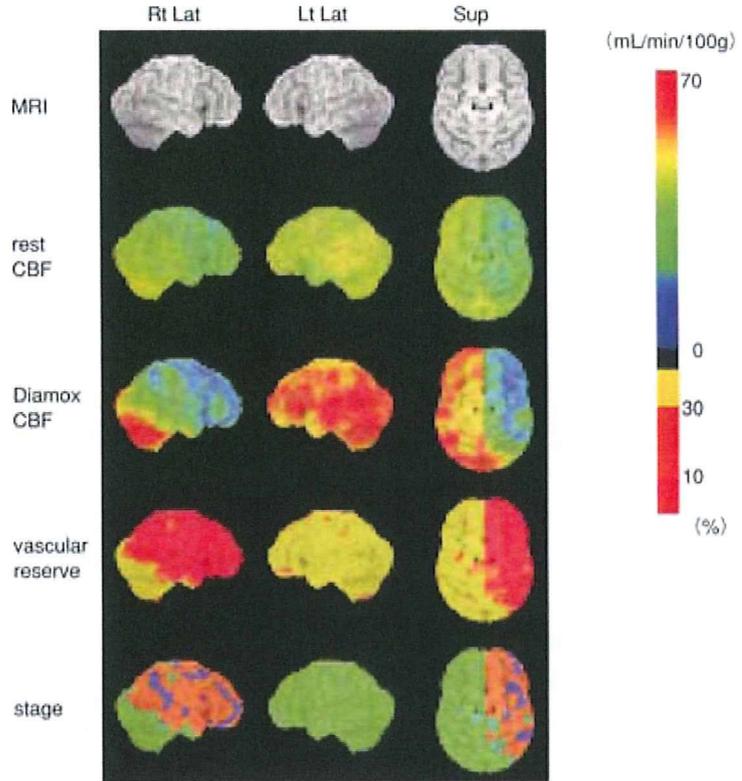


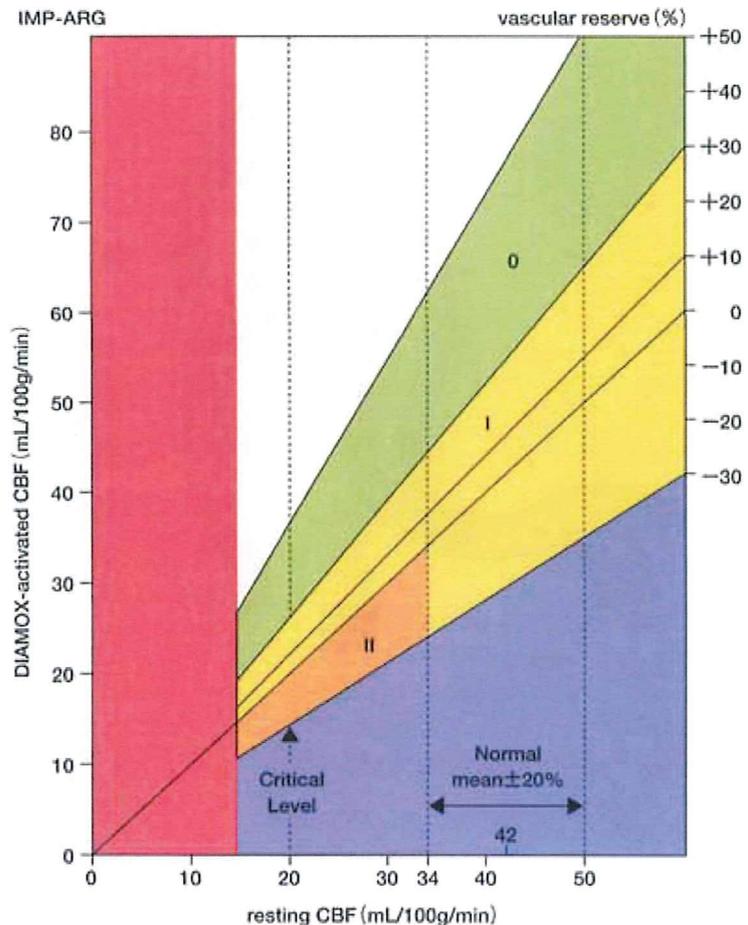
図2 Stereotactic extraction estimation (SEE) 解析による血行力学的脳虚血の定量的重症度評価と血行力学的脳虚血の評価基準

a : SEE解析では、被検者の安静時およびacetazolamide負荷時の脳血流SPECT定量画像データから脳表血流量を抽出し、これを定位脳座標系(Talairachの標準脳)に変換することにより、各ピクセルにおける脳循環予備能が算出される。次いで、各ピクセルごとに安静時脳血流量と算出された脳循環予備能から血行力学的脳虚血の重症度が決定される。上段から、標準脳のMRI、安静時脳血流量、acetazolamide負荷時脳血流量、脳循環予備能、血行力学的脳虚血のStageが8方向からの3次元脳表画像として定量的に画像化される。

- Stage 0
- Stage I
- Stage II
- VR < -30%
- rest CBF < 15mL/100g/min



b : 安静時およびacetazolamide負荷時脳血流定量測定による血行力学的脳虚血の定量的重症度評価 (斜線の傾きが脳循環予備能の程度を示す)
 Stage 0 : 脳循環予備能 : 正常 (30% <)
 Stage I : 脳循環予備能 : 低下 (10% <, ≤30%), あるいは安静時脳血流量 : 正常範囲 (正常平均値の80% ≤)
 Stage II : 脳循環予備能 : 喪失 (≤10%), かつ安静時脳血流量 : 低下 (< 正常平均値の80%)



脳血管造影による脳主幹動脈病変等の確認

- ①内頸動脈 (internal carotid artery ; ICA), 中大脳動脈 (middle cerebral artery ; MCA) 本幹の閉塞あるいは高度狭窄の存在を確認する。
- ②閉塞病変では, 以下の側副血行路の評価が必要である。
 - a : ICA閉塞では, 前交通動脈・後交通動脈を介する順行性の側副血行路
 - b : MCA閉塞では, 同側前大脳動脈・後大脳動脈からの逆向性の側副血行路
- ③他の合併する脳主幹動脈病変の存在
- ④donor arteryとなるSTAの分枝, recipient arteryとなるMCAの分枝を決定する。

Level Up Technic

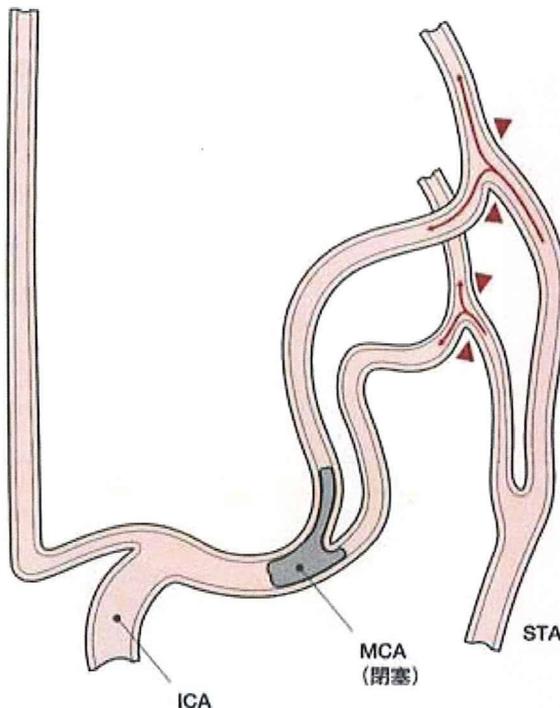
●single bypassとdouble bypassの選択

MCA閉塞では, どちらかのM2に閉塞がみられる場合には二血管支配領域に対する血行再建としてdouble bypassを行う。ICA閉塞では, M1以降の末梢が一血管支配領域として扱うことができるため, STAが十分に太ければsingle bypassでも有効な灌流が得られるが, STAが細ければdouble bypassとするのが無難である (図3)。

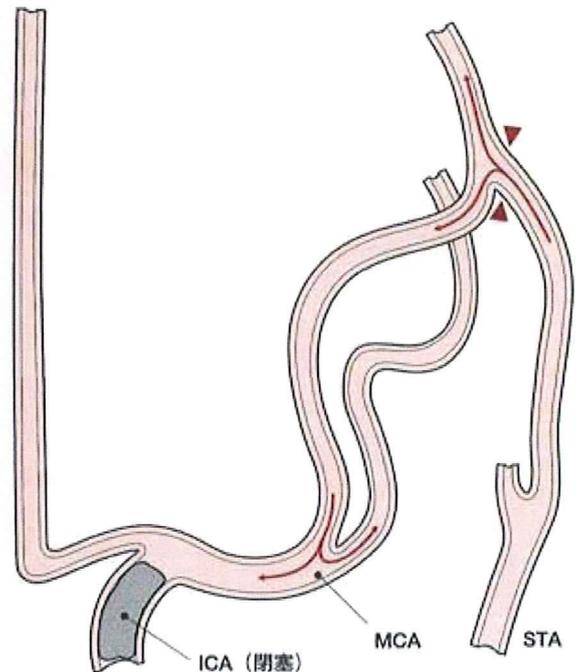
図3 single bypassとdouble bypassの選択

MCA閉塞では, どちらかのM2に閉塞がみられる場合には, 二血管支配領域に対する血行再建としてdouble bypassを行う。ICA閉塞では, M1以降の末梢が一血管支配領域として扱うことができるため, STAが十分太ければsingle bypassでも有効な灌流が得られるが, STAが細ければdouble bypassとするのが無難である。▶ ◀はバイパス手術を行った部分である。

a : double bypass for MCA occlusion



b : single bypass for ICA occlusion



MRIによる脳梗塞の確認

- ①一血管支配領域にわたり皮質を含む広範な脳梗塞巣を認めず、梗塞が皮質下の分水嶺に止まっていることを確認する。
- ②脳萎縮が認められる場合には、術後に硬膜下水腫（血腫）を合併する可能性があることを念頭に入れて対処する。

神経心理学的検査

術前には、認知症の合併の有無に加え、神経心理学的検査による知能、記憶能力、前頭葉機能などの評価を行う（表2）。

表2 知能、記憶能力、前頭葉機能に関する主な神経心理学的検査

●知能テスト
WAIS-III (Wechsler)
●記憶テスト
WMS-R (Wechsler)
●前頭葉機能テスト
(1) Trial Making Test Part A, Part B
(2) Verbal Fluency Test
(3) Kana letter pick-up Test

心血管合併症等の評価

アテローム血栓症は、全身の動脈硬化病変を合併している可能性が高いため、頸部動脈についてはエコー検査、冠動脈については心電図・ホルター心電図・心エコー検査、下肢動脈についてはPWV (pulsewave velocity)/ABI (ankle-brachial index) などを行い、循環器内科医の評価を受ける。高度の冠動脈硬化が強く疑われる場合には、冠動脈造影を含めた検査が必要である。最近では、慢性腎疾患 (chronic kidney disease ; CKD) についても配慮が必要である。

全身麻酔の可否の評価：血液ガス分圧の確認

術前に血液ガス分圧や呼吸機能のチェックを必須として、麻酔医による全身麻酔の可否の判定を受ける。

危険因子管理のための薬物治療の継続と中止

危険因子のコントロールとして、降圧薬・高脂血症薬・血糖下降薬など多くの薬剤を服用している症例が多いため、脳梗塞の二次予防の観点から、服薬内容の確認し継続することが必要である。一般に、手術当日のみ服薬を中止するが、循環器系の薬剤については例外扱いとし、手術当日の朝も服用させる。

抗血小板薬の継続と中止のタイミング

抗血小板薬については、手術の数日前から服薬を中止する施設が多いが、服薬中止によって脳梗塞の再発リスクが高くなる。特に、服薬中止後の血小板の再活性化により、高度狭窄部の閉塞や手術吻合部の閉塞が生じる可能性があることから、当院では、抗血小板薬の休薬は手術当日のみとし、手術翌日から服薬を再開している。その分、術中には十分な止血操作が必要となる。

術中管理

ここがポイント

術者は、本手術に十分習熟しているとともに、麻酔医と協力して安全確実な手術を遂行することが重要である。

術中血圧および血液ガス分圧の管理

血行力学的脳虚血Stage IIを有するため、麻酔導入時からバイパス終了時まで、全身血圧を比較的高く保つことが必要となる。また、血液ガス分圧では、 PaCO_2 をnormocapniaとして維持することも重要である。術中の血圧および血液ガス分圧の変動については、バイパス手術に習熟した麻酔医とともに、手術担当医が常に確認しながら、手術を遂行すべきである。

全身麻酔薬の選択

麻酔導入後、全身吸入麻酔薬としては、全身血圧の維持が容易である。吸入終了後、短時間で覚醒状態が得られるなどの特徴からセボフルランを用いることが多い。これにより、術後の神経学的診察や放射線検査が迅速に行うことができる。

術中バイパス開存状態の評価

バイパス操作終了直後に、バイパスの開存状態が確実であることを確認する必要がある。これまで脳表血流量を評価する方法が用いられ、脳血流の増加を指標として開存状態を評価してきた(図4)。しかし、最近では、ICG(indocyanine green)を用いた顕微鏡下の蛍光血管造影によりバイパスの開存状態を直接確認できるようになった(図5)。

図4 術中バイパス開存状態の評価として用いられる術中脳表血流量の変化

ドップラー血流計のプローブを吻合後脳表にあてて測定する。まずSTAを開放した状態で測定し値が安定した後に、STAを一時遮断するとexponentialにCBF, velocityが低下する。この際CBVは若干上昇し局所的なmisery perfusionを呈していることがわかる。次いで遮断を解除すると再びCBF, velocityは前値まで上昇し、CBVも低下し、バイパス血管が開存状態にあることを確認できる。

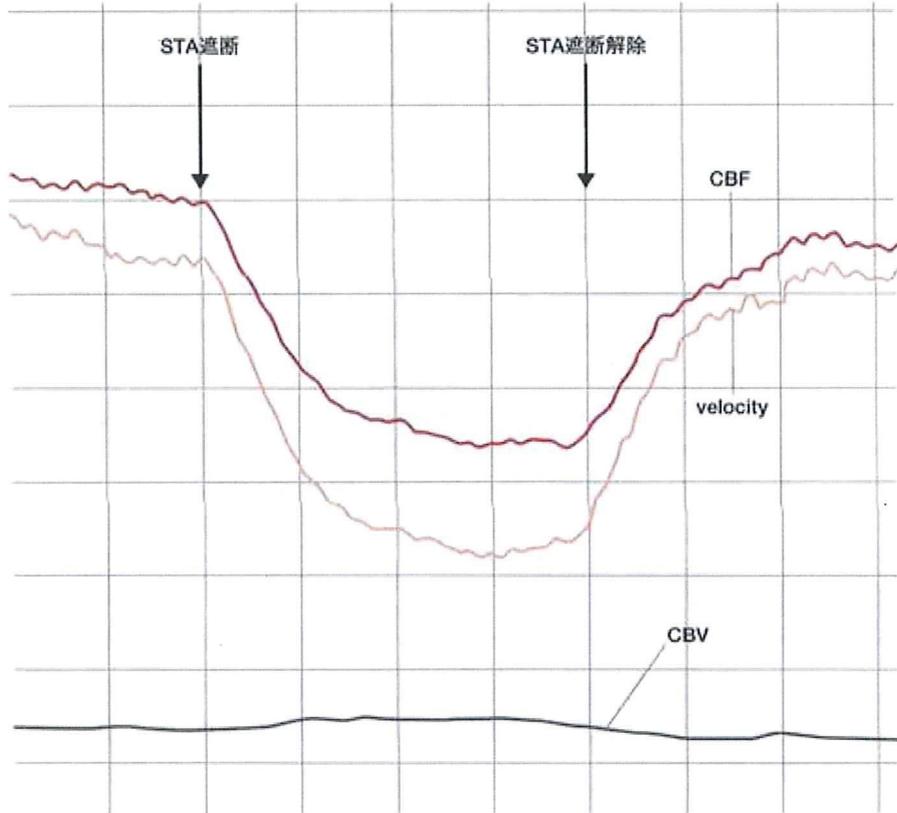
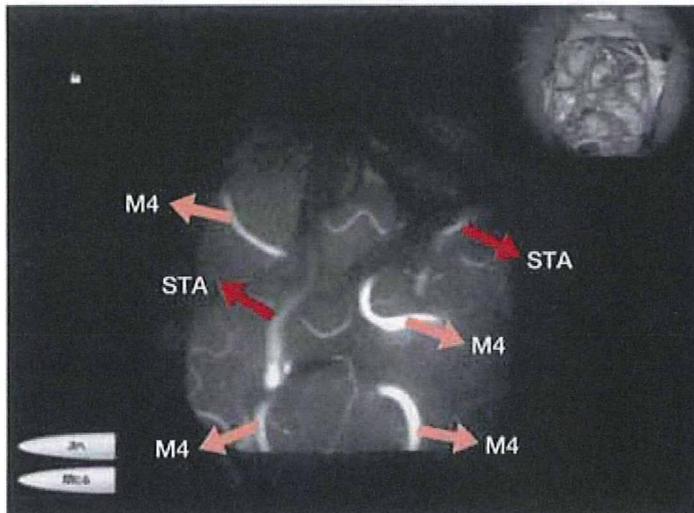


図5 術中バイパス開存状態の評価として用いられるICGによる顕微鏡下の蛍光血管造影（左double bypass例）

吻合後まずSTA本幹を一時遮断しておきICG (25mg/10mL) を末梢ルートから1~2mL静注し、直ちに生理食塩水10~20mLを追加静注しフラッシングする。約30秒の後に脳表のMCA (M4) が描出される。その後STA本幹の遮断を開放すると、STAからM4にICGが再流入し吻合部の開存を確認できる。なお本法では、STA遮断時および開放時にM4分枝内における血流方向の変化を動画で確認することができる。

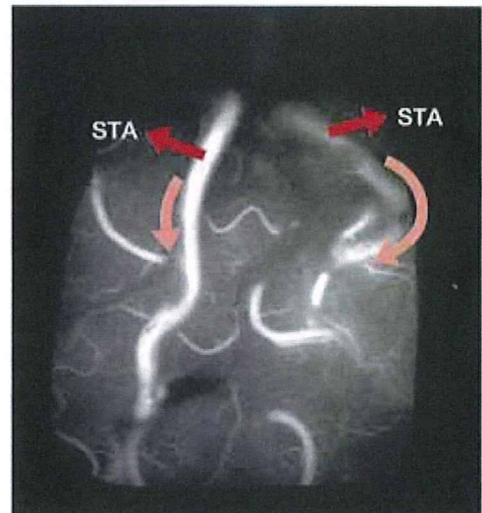
a : STA遮断

2本のSTAがM4との吻合部から逆行性に造影される。



b : STA開放時

2本のSTAが順行性に造影され、吻合を介してM4が造影される。



術後管理

ここがポイント

術直後は、集中治療室において十分な人員のもとで行う。治療前日から術後1週間程度の管理についてはクリニカルパスを作成し、チームで管理することが重要である。

術後血圧管理

術後の血圧管理のポイントは、低すぎても高すぎても問題となるが、適切な値の範囲内で安定した値を維持することが重要である。血圧が低すぎるとバイパスの開存状態が維持できなくなる可能性がある。一方、血圧が高すぎると後出血や後述する過灌流が問題となる。収縮期圧を120mmHg以上に維持することを原則とし、160mmHg以上となったときには、ニトログリセリン製剤（3～20mL/時）などの持続滴下により下降させる。至適血圧はよくコントロールされていた術前血圧値が参考となる。

術後血液ガス分圧の管理

術後の血液ガス分圧の管理も重要である。麻酔からの覚醒不良や無気肺による低酸素は論外であるが、高齢者では軽度の無気肺でも過呼吸に伴いPaCO₂が低下するので注意が必要である。

術直後の血液一般検査，胸部X線写真，頭部CT検査

術直後には、血液一般検査、胸部X線写真、頭部CT検査を必ず行う。血液一般検査では、術中の出血量やoverinfusionを反映するヘマトクリットやヘモグロビンの変化に注目し、体液バランスの補正の必要性について判断する。胸部X線写真では、無気肺やoverinfusionによる心陰影の拡大に注意する。overinfusionに対しては、直ちに利尿薬を投薬するが、血圧が低下している場合でも心不全による血圧低下が考慮されるならば同様に利尿薬を投薬し、心収縮力の改善を図る。頭部CT検査では、頭皮下・硬膜下出血などの後出血ばかりでなく、頭蓋内の空気貯留の程度に注意する。頭蓋内の空気貯留の程度から低髄液圧状態が示唆される場合には、頭皮下ドレーンの開放時期を遅らせる。

頭皮下ドレーン管理

術当日は、頭皮下ドレーンを間欠的に開放する。排液袋を常にマット上に置き、開放時に排液の性状が髄液様となったら止める。ドレーン閉鎖時に、頭皮下に髄液が貯留してくるようなら一時的に開放する。術翌日には頭皮下ドレーンを抜去する。

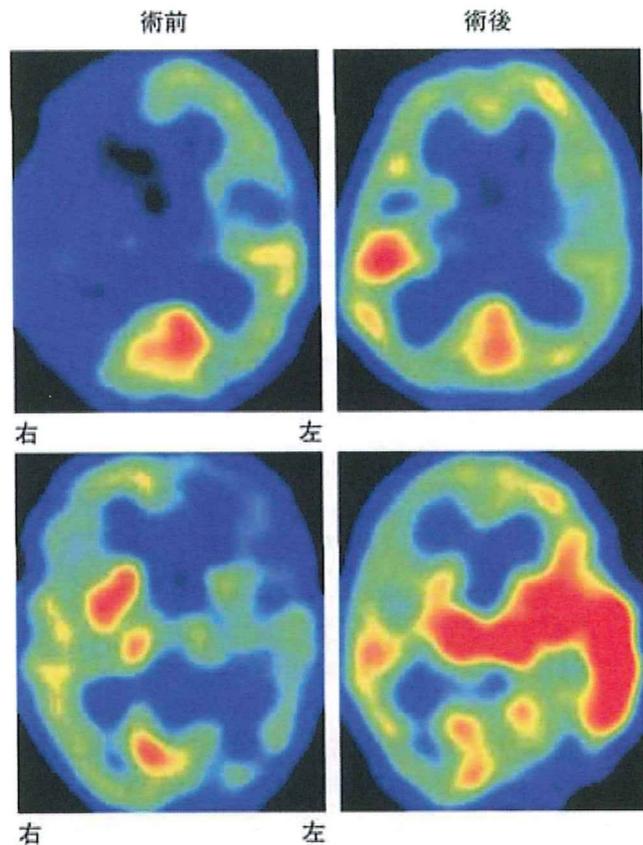
過灌流症候群の評価

バイパス手術後の過灌流症候群³⁾はまれな合併症である。しかし、予期せぬ神経脱落症候や頑固な頭痛、痙攣発作などがみられた場合には、脳血流SPECT検査を行う。脳血流SPECTにて過灌流(図6)がみられた場合には、その範囲や程度に応じて、血圧の管理を強化する。

図6 バイパス手術後のSPECT上の過灌流のタイプ

a: 局所的過灌流
(local hyperperfusion,
右MCA領域)

b: 全脳的過灌流
(hemispherical hyperperfusion,
左MCA領域)



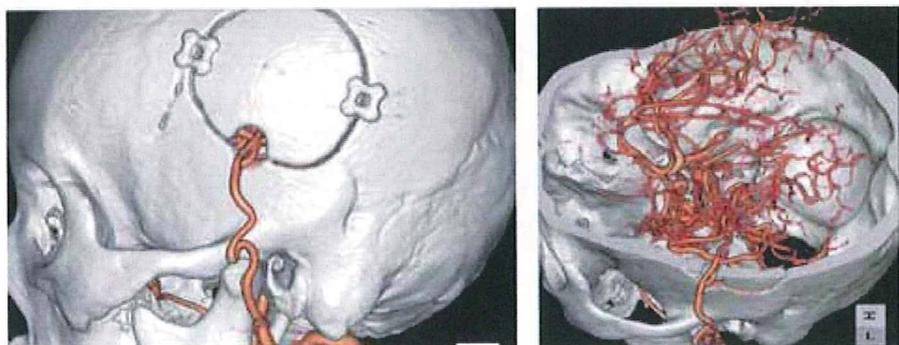
術後のバイパス開存度の評価

術後のバイパス開存度については、3D-CTAによって評価する。3D-CTAではバイパスによって灌流される領域を正確には同定できないが、脳血管造影検査よりも侵襲度が低く、バイパスの開存度については十分な情報が得られる(図7)。

図7 3D-CTAによる術後のバイパス開存度の評価

左中大脳動脈狭窄症に対する左STA-MCAバイパス術後のバイパス開存度を3D-CTAにより評価した画像。

a: 骨除去前
b: STA入口部よりも
上方の骨を除去後



術後血行力学的脳虚血の改善評価

術後1週間後に、脳血流SPECT検査によって初期の血行力学的脳虚血の改善度について評価する。測定方法としては、安静時脳血流量および脳循環予備能を1日で評価できるDual Table ARG (DTARG) 法[®] (図8) が推奨される。DTARG法は、従来の二日法と比較して、脳循環予備能の測定精度がきわめて優れていることが特徴である。血行力学的脳虚血の改善度については、SEE解析による定位定量画像による評価が有用である (図9, 10)。血行力学的脳虚血の最終的な改善度の評価は、術後3～6カ月後の脳血流SPECT検査によって行う。

図8 dual table ARG法の理論

等量のトレーサーを用いて安静時とacetazolamide負荷時のSPECT計数値を連続的に求め、それぞれに対してSPECT計数値と脳血流量の関係を表すtableを作成することにより、安静時とacetazolamide負荷時脳血流量の定量画像を得る方法である。安静時脳血流量の画像化では、IMP-ARG法に準じて決定された入力関数を用いてSPECT計数値(■)から得られるpixel valueと安静時脳血流量との関係がtable化され(a-1)、このtableを参照して各ピクセルの計数値が安静時脳血流量に変換される。acetazolamide負荷時脳血流量の画像化では、安静時と同一の入力関数を用いるが、各ピクセルでの安静時終了時のSPECT計数値(■)を算定した上でSPECT計数値(■)から得られるpixel valueとacetazolamide負荷時脳血流量との関係がtable化され(b)、このtableを参照して各ピクセルの計数値がacetazolamide負荷時脳血流量に変換される。

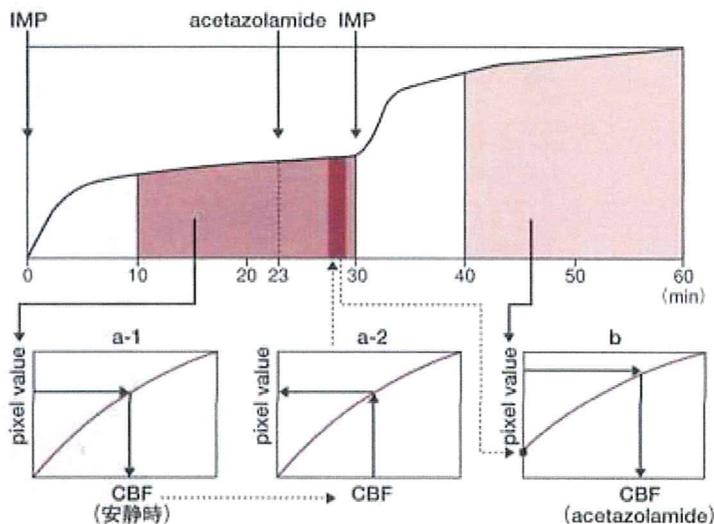


図9 図1の症例の術前脳血流SPECTのSEE解析 (表示方法は図2と同様)

本例では、左中大脳動脈領域および前大脳動脈領域内の一部に、安静時脳血流量の低下領域、acetazolamide負荷時の血管反応性の低下領域、脳循環予備能の低下領域、血行力学的脳虚血の重症度Stage IIの領域がそれぞれ定量的に示される。本法では、脳表における血行力学的脳虚血の各重症度の分布を視覚的に判定できるとともに、あらかじめ設定された血管支配領域内のピクセル数に対して各重症度のピクセル数の割合を算出し、数量的に判定をすることもできる。

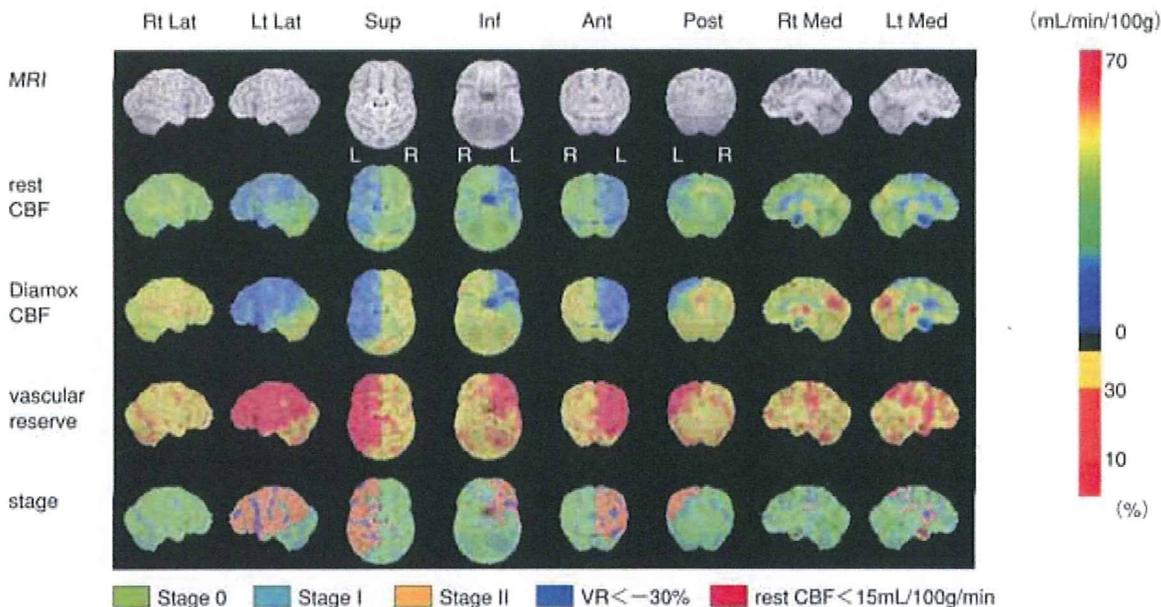
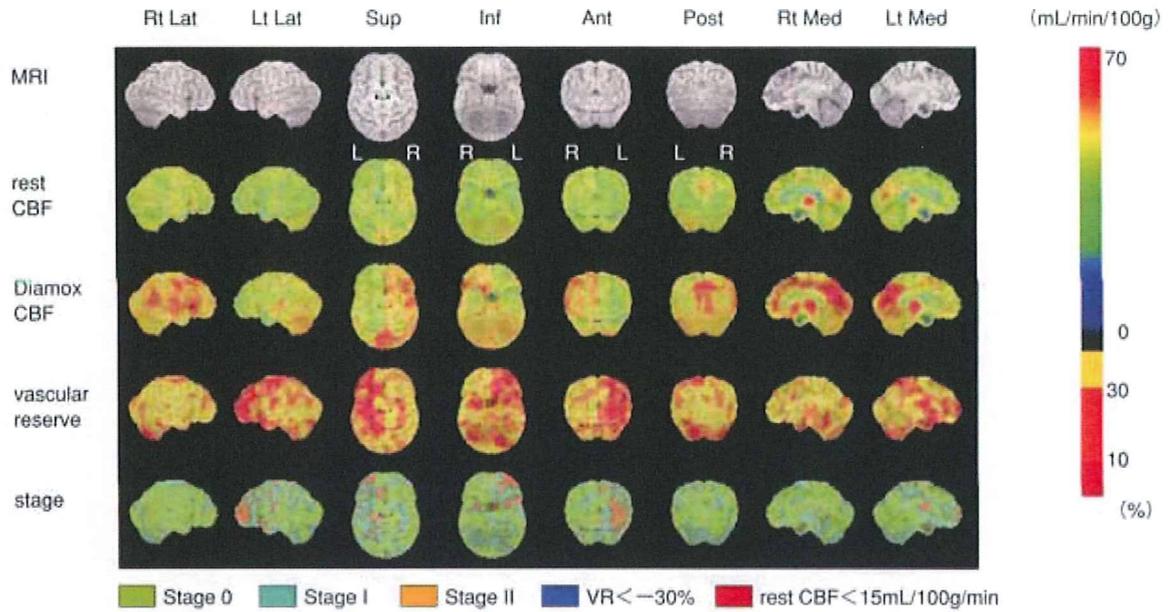


図10 図1の症例の術後脳血流SPECTのSEE解析 (表示方法は図2と同様)

左MCA領域およびACA領域内の安静時脳血流、acetazolamide負荷時の血管反応性、脳循環予備能などの各指標が術後いずれも改善し、血行力学的脳虚血の重症度も大部分の領域でStage 0~Iへと明らかに改善している。本法では、術前後における同一領域内の各ピクセルにおけるstageの改善を定量的に判定できるとともに各stageの占める割合の変化をピクセル数から算出し比較することも可能である。



●文献

- 1) JET Study Group : Japanese EC-IC Bypass Trial (JET study) - Study designと中間解析結果-. 脳卒中の外科, 30 : 97-100, 2002.
- 2) 中川原諲二 : 脳虚血とSPECT. 脳外誌, 16 : 753-761, 2007.
- 3) Powers WJ, Grubb RL Jr, Raichle ME : Physiological responses to focal cerebral ischemia in humans. Ann Neurol, 16 : 546-552, 1984.
- 4) Mizumura S, Nakagawara J, et al : Three-dimensional display in staging hemodynamic brain ischemia for JET study : Objective evaluation using SEE analysis and 3D-SSP display. Ann Nucl Med, 18 : 13-21, 2004.
- 5) 渡部寿一, 大里俊明, 中川原諲二ほか : 脳梗塞急性期STA-MCAバイパス術後の過灌流症候群について. The Mt.Fuji Workshop on CVD, 25 : 106-109, 2007.
- 6) Kim KM, Watabe H, et al : Quantitative mapping of basal and vasoreactive cerebral blood flow using split-dose ¹²⁵I-iodoamphetamine and single photon emission computed tomography. Neuroimage, 33 : 1126-1135, 2006.

Current Practice Manual of
Circulatory Disorders

最新 循環器 診療マニュアル

総編集●友池仁暢 国立循環器病センター病院長

脳血管障害 卒中後てんかん

■ 疾患概念

- さまざまな脳疾患において、てんかん発作はしばしばみられ、救急対応と発作の再発予防のための治療が必要となる。てんかんを生じる脳疾患として、脳血管障害、脳腫瘍、重症頭部外傷、脳炎などがあるが、最も頻度が高いのが脳血管障害後に出現する「卒中後てんかん」である。

■ 症状と特徴

- 脳卒中に関係して、てんかんをきたす頻度は約10%で、65歳以上の高齢者で初発するけいれんの原因としては55%に達する。
- 脳卒中発症後最初の1年間で5%、その後は年1~2%の頻度で、卒中後てんかんが初発する。
- てんかん発作の起こる時期により、脳卒中の発症から2週間以内に生じる早発性てんかん (early seizure) と2週以降に生じる遅発性てんかん (late seizure) に大別される。
- Late seizure は脳卒中発症後1年以内に生じることが多く、6~12か月にピークを呈する。
- 出血性脳卒中のほうが、虚血性脳卒中よりも卒中後てんかんを起す頻度が高い。
- くも膜下出血後のてんかんは、約8.5% (3~23%) にみられ、脳実質内への出血・脳梗塞の合併・中大脳動脈領域

の動脈瘤・脳槽内の肥厚した clot の存在がてんかんの危険因子である。

- 脳静脈・静脈洞血栓症は脳卒中に占める頻度は小さいが、てんかんをともなう頻度は高く、early seizure が35%前後、late seizure が5~11%でみられる。
- 発作症状は、脳のてんかん原性焦点の局在を反映し多彩であり、関連部位の刺激症状を示すこともあれば、抑制症状のこともある。
- てんかん発生の危険因子は、大脳皮質を含む病変であること、重症の脳卒中であることなどである。

■ 病態分類

- てんかん重積状態とは、一つの発作が十分に延長するか、または頻回に反復して発作期に回復が起きない状態である。適切な治療を行わないと死に至ったり重篤な後遺症を残しうるため、早期に治療が必要な救急疾患である。
- てんかんの病型は、early seizure の約60%は部分発作で、そのほかは全般性強直間代発作である。部分発作のうち3/4は単純部分発作であるが、1/4は全般性発作に移行する。発作が手や足から体幹、全身へ伝播する Jackson 型発作もしばしばみられる。Early seizure の約20%にけいれん重積がみられる。
- Late seizure では、一次性全般発作の