



Pencil Beam Presaturation Magnetic Resonance Imaging Helps to Identify Patients at Risk for Intolerance to Temporary Internal Carotid Artery Occlusion During Carotid Endarterectomy...

Tanaka, Jun

(Degree)

博士（医学）

(Date of Degree)

2020-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第7721号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1007721>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



(課程博士関係)

学位論文の内容要旨

Pencil Beam Presaturation Magnetic Resonance Imaging Helps to Identify Patients at Risk for Intolerance to Temporary Internal Carotid Artery Occlusion During Carotid Endarterectomy and Carotid Artery Stenting

CEA/CAS 術中一時的内頸動脈閉塞時の不耐性の予測について、
BeamSAT MRI の有用性の検討

Jun Tanaka, Kohkichi Hosoda, Kazuya Matsuo, Katsusuke Kyotani,
Youta Takemoto, Yusuke Yamamoto, Atsushi Fujita, Masaaki Kohta,
Hidehito Kimura, Takashi Sasayama, Eiji Kohmura

神戸大学大学院医学研究科医科学専攻
脳神経外科学
(指導教員: 甲村 英二教授)
田中 潤

【目的】

内頸動脈(ICA: internal carotid artery)狭窄症は、続発する脳梗塞を予防するために内頸動脈内膜剥離術(CEA: carotid endarterectomy)または頸動脈ステント留置術(CAS: carotid artery stenting)の施行対象となりうる。これらの手術中に内頸動脈を一時的に遮断する必要があるが、それにより病側大脳半球が虚血に陥る、不耐性を示すことがある。不耐性を示すかどうかは頭蓋内 Willis 動脈輪の前方部(前大脳動脈(ACA: anterior cerebral artery):A1 部 および 前交通動脈(Acom: anterior communicating artery))および後交通動脈(Pcom: posterior communicating artery)の発達の程度による。しかし、特に Acom は細くて短い動脈であり、これまでの画像診断で正確に Acom の血流を評価することは困難であり、ひいては術前に不耐性予測を行うことは困難であった。今回我々は MRA(magnetic resonance angiography) の任意血管信号の選択的除去が可能な pencil beam presaturation(BeamSAT) pulse を用いて、対側 ICA・椎骨動脈の信号除去し、病側 ICA のみの"ICA-selective MRA"を作成することで、正確な Willis 動脈輪の前方部(前大脳動脈(ACA):A1 部 および 前交通動脈(Acom))血流を評価し、conventional MRA による Pcom 血流の評価を併せ、内頸動脈遮断時虚血耐性を予測できるかどうかを検討した。

【方法】

術中一時 ICA 遮断を行った、ICA 狹窄症手術症例 58 例(CEA:38 例、CAS:20 例)に

BeamSAT pulse を用いて"ICA-selective MRA"を作成し、Acom 及び A1 血流描出の有無を評価した。また conventional MRA で後交通動脈(Pcom)の血流描出の有無の評価を併せて行い、これらが①ICA 一時遮断時に NIRS(near infrared spectroscopy)で測定した脳酸素飽和度(rSO₂: regional cerebral oxygen saturation)の変化、②虚血耐性との関連を検討した。

【結果】

ICA-selective MRA を用いた Willis 動脈輪前方部の血流評価では、Acom (+)/A1(+) が 33 例、Acom(+)/A1(-) が 10 例、Acom(-)/A1(+) が 15 例であった。Pcom 血流は Pcom(+) が 36 例、Pcom(-) が 22 例であった。①血流が Acom(+)/Pcom(+) (n=27) は ICA 遮断時に rSO₂ は平均 2.4% 低下、Acom(+)/Pcom(-) (n=16) は 3.0% であったのに対し、Acom(-)/Pcom(+) (n=8) は 6.8%、Acom(-)/Pcom(-) (n=7) は 12.0% と有意に低下した。②不耐性との関連については、Acom(-)/Pcom(-) の 7 例のうち 6 例が ICA 一時遮断に不耐性を示した。一方で Acom または Pcom 血流を認めた残り 51 症例は全て耐性を示し、有意に不耐性予測が可能であった (p=0.01)。一方で A1 血流の有無は不耐性とは関連しなかった (p=1.00)。

【考察】

不耐性は ICA 遮断時に、側副血行路を介して同側大脳半球に流入する血流が不足するため起こる。主な側副血行路として Willis 動脈輪前方部 (Acom/A1) を介した対側 ICA よりの血流と、Pcom を介した椎骨脳底動脈よりの血流がある。Pcom は比較

的長く・太い血管であり、その血流評価は conventional MRA でも十分に可能であったが、Acom は細く・短い血管であり、今まで conventional MRA で評価困難であった。今回 BeamSAT pulse を用いて ICA-selective MRA を作成することで、Acom の正確な血流評価が可能となった。これは脳血管撮影と比較しても、低侵襲であるだけでなく、造影剤の圧注入を要しないことから、より生理的な血流の評価が可能となっている。ICA-selective MRA を用いた Acom 血流と conventional MRA での Pcom 血流のいずれも認めないものは有意に不耐性を示す可能性が高い一方、Acom または Pcom のいずれかの血流を認めるものは全例不耐性を認めなかつた。また Acom 血流を認めないものは、Acom 血流は認めるものに比較し、有意に rSO₂ は低下しており、Acom が Pcom に比較しても、内頸動脈閉塞時により重要な側副血行路となっていることが示された。

【結論】

BeamSAT MRA を用いた"ICA-selective MRA"は、Acom 血流を正確に評価でき、ICA 一時遮断における Acom を介した対側よりの側副血行路の重要性を示すとともに、術前に虚血不耐性を予測することを可能にした。

論文審査の結果の要旨			
受付番号	甲 第 2938 号	氏名	田中 潤
論文題目 Title of Dissertation	<p>Pencil Beam Presaturation Magnetic Resonance Imaging Helps to Identify Patients at Risk for Intolerance to Temporary Internal Carotid Artery Occlusion During Carotid Endarterectomy and Carotid Artery Stenting</p> <p>CEA/CAS 術中一時的内頸動脈閉塞時の不耐性の予測について、 BeamSAT MRI の有用性の検討</p>		
審査委員 Examiner	<p>主査 村上 卓道 Chief Examiner 副査 松本 理器 Vice-examiner 副査 仁田 亮 Vice-examiner</p>		

(要旨は1,000字~2,000字程度)

【目的】

内頸動脈(ICA: internal carotid artery)狭窄症は、続発する脳梗塞を予防するために内頸動脈内膜剥離術(CEA: carotid endarterectomy)または頸動脈ステント留置術(CAS: carotid artery stenting)の施行対象となりうる。これらの手術中に内頸動脈を一時的に遮断する必要があるが、それにより病側大脳半球が虚血に陥る、不耐性を示すことがある。不耐性を示すかどうかは頭蓋内 Willis 動脈輪の前方部(前大脳動脈(ACA: anterior cerebral artery):A1 部および前交通動脈(Acom: anterior communicating artery))および後交通動脈(Pcom: posterior communicating artery)の発達の程度による。しかし、特に Acom は細くて短い動脈であり、これまでの画像診断で正確に Acom の血流を評価することは困難であり、ひいては術前に不耐性予測を行うことは困難であった。今回我々は MRA(magnetic resonance angiography) の任意血管信号の選択的除去が可能な pencil beam presaturation(BeamSAT) pulse を用いて、対側 ICA・椎骨動脈の信号除去し、病側 ICA のみの”ICA-selective MRA”を作成することで、正確な Willis 動脈輪の前方部(前大脳動脈(ACA):A1 部および前交通動脈(Acom))血流を評価し、conventional MRA による Pcom 血流の評価を併せ、内頸動脈遮断時虚血耐性を予測できるかどうかを検討した。

【方法】

術中一時 ICA 遮断を行った、ICA 狹窄症手術症例 58 例(CEA:38 例、CAS:20 例)に BeamSAT pulse を用いて”ICA-selective MRA”を作成し、Acom 及び A1 血流描出の有無を評価した。また conventional MRA で後交通動脈(Pcom)の血流描出の有無の評価を併せて行い、これらが①ICA 一時遮断時に NIRS(near infrared spectroscopy)で測定した脳酸素飽和度(rSO2: regional cerebral oxygen saturation)の変化、②虚血耐性との関連を検討した。

【結果】

ICA-selective MRA を用いた Willis 動脈輪前方部の血流評価では、Acom (+)/A1(+)が 33 例、Acom(+)/A1(-)が 10 例、Acom(-)/A1(+)が 15 例であった。Pcom 血流は Pcom(+)が 36 例、Pcom(-)が 22 例であった。①血流が Acom(+)/Pcom(+)(n=27) は ICA 遮断時に rSO2 は平均 2.4% 低下、Acom(+)/Pcom(-)(n=16) は 3.0% であったのに対し、Acom(-)/Pcom(+)(n=8) は 6.8%、Acom(-)/Pcom(-)(n=7) は 12.0% と有意に低下した。②不耐性との関連については、Acom(-)/Pcom(-) の 7 例のうち 6 例が ICA 一時遮断に不耐性を示した。一方で Acom または Pcom 血流を認めた残り 51 症例は全て耐性を示し、有意に不耐性予測が可能であった($p=0.01$)。一方で A1 血流の有無は不耐性とは関連しなかった($p=1.00$)。

【考察】

不耐性は ICA 遮断時に、側副血行路を介して同側大脳半球に流入する血流が不足するため起こる。主な側副血行路として Willis 動脈輪前方部(Acom/A1)を介した対側 ICA よりの血流と、Pcom を介した椎骨脳底動脈よりの血流がある。Pcom は比較的長く・太い血管であり、その血流評価は conventional MRA でも十分に可能であったが、Acom は細く・短い血管であり、今まで conventional MRA で評価困難であった。今回 BeamSAT pulse を用いて ICA-selective MRA を作成することで、Acom の正確な血流評価が可能となった。これは脳血管撮影と比較しても、低侵襲であるだけでなく、造影剤の圧注入を要しないことから、より生理的な血流の評価が可能となっている。

ICA-selective MRA を用いた Acom 血流と conventional MRA での Pcom 血流のいずれも認めないものは有意に不耐性を示す可能性が高い一方、Acom または Pcom のいずれかの血流を認めるものは全例不耐性を認めなかつた。また Acom 血流を認めないものは、Acom 血流は認めるものに比較し、有意に rSO₂ は低下しており、Acom が Pcom に比較しても、内頸動脈閉塞時により重要な側副血行路となつてゐることが示された。

【結論】

BeamSAT MRA を用いた” ICA-selectiveMRA” は、Acom 血流を正確に評価でき、ICA 一時遮断における Acom を介した対側よりの側副血行路の重要性を示すとともに、術前に虚血不耐性を予測することを可能にした。

本研究は eamSAT MRA を用いた” ICA-selectiveMRA” が、Acom 血流を正確に評価でき、ICA 一時遮断における Acom を介した対側よりの側副血行路の重要性を示すとともに、内頸動脈遮断時虚血耐性を術前に予測することが出来ることを明らかにしたものであるが、従来ほとんど検討されていなかつた評価法について重要な知見を得たものとして価値ある集積であることを認める。よつて、本研究は、博士（医学）の学位を得る資格があると認める。