

3DTOF撮像, フリーハンド3D再構成を用いた 未破裂脳動脈瘤スクリーニング

天神 博志 齋藤 靖 徳山 勤 門脇 慎

静岡赤十字病院 脳神経外科

要旨: 脳ドックによる未破裂脳動脈瘤の発見にMRA 3DTOF撮像, ワークステーションを用いたフリーハンド3D再構成を用いた. 2018年4月以降に脳ドックを受診した313例を対象とした. 画像解析は3DTOF画像をworkstationに転送, まずMIP画像を縦方向, 横方向に180度回転させ脳動脈瘤の有無を判断, 次にvolume-rendered 3D画像を構成, フリーハンド下に縦回転, 横回転, ななめ回転させながら観察した. 血管分岐とわかりにくい時にはその部分を拡大抽出, 諧調を変化させ確認した. 結果: 脳動脈瘤スクリーニング313例中, 脳動脈瘤と診断しえた症例は9例 (2.9%), そのうち治療が必要と判断された症例は3例 (1.0%)であった. うち1例はMIP画像では診断しにくく, フリーハンド3D再構成で確定診断を得た. 血管撮影を行った2例ではMRA所見と同様の脳動脈瘤が発見された. うち2例に治療を行い神経症状なく退院した. 未破裂脳動脈瘤の発見には3DTOF画像に加えフリーハンド3D再構成画像で検討する必要がある.

Key words: 未破裂脳動脈瘤, 画像解析, 3DTOF画像, フリーハンド3D再構成画像

I. はじめに

破裂脳動脈瘤の約半数は転帰不良であり, 予め未破裂の時期に治療できれば神経症状を残す患者を減らせる可能性があるため脳ドックが始められた¹⁾. 脳ドックによる未破裂脳動脈瘤の発見にはMagnetic resonance angiography (MRA) を用いるのが主な方法であるが, その精度にはばらつきがある²⁾. 我々は現在最も発見率が高いとされる3DTOF撮像, ワークステーションを用いたフリーハンド3D再構成で診断をしている. その結果, および具体的方法について報告する.

II. 方法及び症例

2018年4月から2019年3月までに脳ドックを受診した313例を対象とした. MRIはシグナHDHT1.5T及びディスカバリー3T (General

Electric, Boston, MA, U.S.A.) にて撮像した. 3D time-of-flight法 (以下3DTOF) はTR/TE 35/7, flip angle 20度, field of view 20cm, slice幅 0.8mm, matrix 512x246, 収集時間 6.4分で行った. 画像解析は3DTOF画像をworkstation (AquariusNet) (TeraRecon, Inc, Foster City, CA, U.S.A.) に転送, まずmaximum-intensity-projection (MIP) 画像を縦方向, 横方向に180度回転させ脳動脈瘤の有無を判断, 次にAquariusNetを用いvolume-rendered 3D画像を構成, フリーハンド下に縦回転, 横回転, ななめ回転させながら観察した. 見落とし易い前交通動脈瘤は下から見上げる画像, 内頸動脈後交通動脈瘤は後方から見た画像で確認, 血管分岐とわかりにくい時にはその部分を拡大抽出, 諧調を変化させ確認した.

動脈瘤と判定した症例のうち、治療が必要な可能性があると判断された3例中2例で血管撮影を行い、その後治療した。

Ⅲ. 結果

脳動脈瘤スクリーニング313例中、脳動脈瘤と診断しえた症例は9例 (2.9%)、5mm以上あるいはblebを持つ、増大しているなど治療が必要と判断された症例は3例 (1.0%) であった。うち1例はMIP画像では診断しにくく、フリーハンド3D再構成で確定診断を得た。

血管撮影を行った2例ではMRA所見と同様の脳動脈瘤が発見された。うち2例に治療を行い、神経症状なく退院した。

Ⅳ. 代表症例

64歳女性、親類にくも膜下出血例が発生したため脳ドックを受診した。右内頸動脈前脈絡動脈分岐部に5mm、縦長の嚢状脳動脈瘤を認めた。血管撮影施行後、clipping術施行、特に神経症状なく退院した。

脳ドック時のMRA maximum intensity projection (MIP) 画像では右内頸動脈に動脈瘤

様の隆起を認めるが判然としない (Figure 1)。Work stationに取り込んだ後、正面像、回転させた画像で動脈瘤の可能性が高いと判断 (Figure 2) した。次に、後方から見た画像を作成 (Figure 3)、 unnecessary部分をフリーハンドで消去、諧調を変化させ前脈絡動脈との分岐部動脈瘤であることを確認した (Figure 4)。その後、血管撮影にて右内頸動脈前脈絡動脈の動脈瘤 (5mm) であることを確認した (Figure 5)。手術所見も同様であった (Figure 6)。

Ⅴ. 考察

破裂脳動脈瘤の転帰は改善されている、しかしながらやはり約半数は転帰不良である^{3,4)}。そこで予め未破裂時に発見し適切な治療をするとの考えが生まれた。日本では30数年前から脳ドックが行われている¹⁾。脳ドックでの未破裂脳動脈瘤の発見率は2-7%程度と言われている⁵⁾、その中で5mm以上あるいは増大した症例で治療適応と考えられる症例はその10-50%程度との報告がある⁶⁾。従い、治療の必要な症例はスクリーニングされた中の1%程度と考えられる。今回の我々の結果も同様であった。

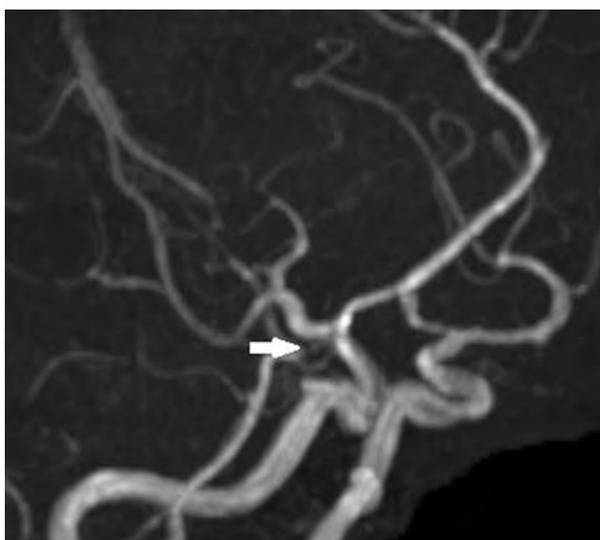


Figure 1
Maximum intensity projection image.
Aneurysm was not confirmed (arrow) .



Figure 2
Volume-rendered three-dimensional image (oblique view) . Aneurysm was confirmed (arrow) .

脳動脈瘤スクリーニングをする際には受診者は何もないことを期待しており，偽陽性や偽陰性，あるいは判定不能は，受診者に不要な不安感を生み出す^{7,8)}．従ってあいまいな判定を減少させること，つまり診断精度をあげることが受診者に安心してもらうためには不可欠であると考えられる．現在それにもっとも適した方法は今回我々が用

いた3DTOFとフリーハンドvolume rendering再構築を用いた方法であると考えられる²⁾．Sailorらはこの方法が感度97%，特異度97%で有意に優れていたと述べている．部位別には内頸動脈瘤がフリーハンドvolume rendering再構築を用いると発見し易いと述べている²⁾．また最大径3mm以下の動脈の膨隆が偽陽性とされる症例が多い．Li



Figure 3
Volume-rendered three-dimensional image (P-A view) . The vessels except the target vessel are erased by freehand method.



Figure 4
The threshold was changed. The anterior choroidal artery was confirmed (arrow) .



Figure 5
Right carotid artery angiography.

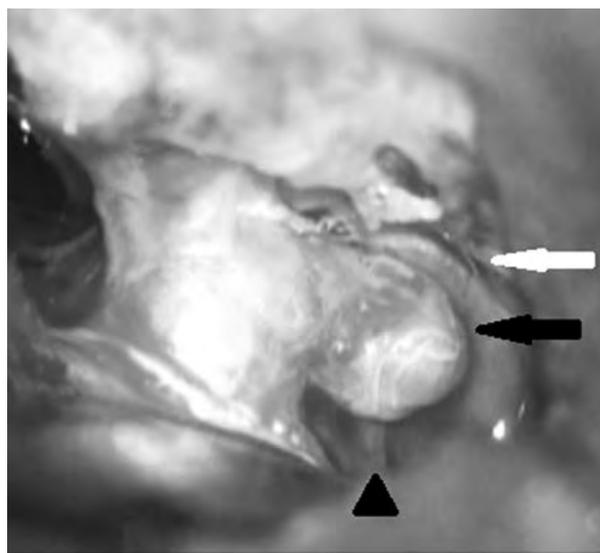


Figure 6
Surgical view. The aneurysm (black arrow) , posterior communicating artery (white arrow) and anterior choroidal artery (black arrow head) were demonstrated.

らは左右内頸動脈、椎骨脳底動脈をそれぞれの血管系を分けて検討することにより98-99%の感度、特異度になるとした⁹⁾。Malloushiらはvolume renderingでは2mm以上の動脈瘤で検者間での読影結果が一致するとした¹⁰⁾。今回の我々の検討でも代表症例で示した症例は、3DTOF、縦回転、横回転で脳動脈瘤と疑い得る画像は数枚のみで描出も薄く判断に迷う症例であったが、フリーハンドvolume rendering再構築で脳動脈瘤と確定診断を得た。この症例は治療前に血管撮影を行ったが、それは治療の安全性を高める目的であり確定診断が目的ではなかった。脳動脈瘤スクリーニングにおいて侵襲的な脳血管撮影の機会を減らすためには3DTOFとフリーハンドvolume rendering再構築を用いた方法が有用であると考えられた。

今回、我々は2mm以下のお椀上の膨らみは脳動脈瘤とは診断しなかった。その理由として2mm以上の脳動脈瘤で検者間の読影結果が一致するとの報告があること¹⁰⁾、2mm以下の動脈瘤の破裂率は極めて低く¹¹⁾脳動脈瘤と診断することにより不要な不安感を与えることである。3mm以下の脳動脈瘤はfollow-upの必要がないとする論文もある¹²⁾。脳動脈瘤と診断されない場合には5-10年後に脳動脈瘤スクリーニングを薦めるのが現実的な選択であろう¹³⁾。

脳動脈瘤スクリーニングは将来的には人工知能を用いて行われることになるのであろう^{14,15)}。その際には、今回用いた3D volume rendering再構築と同様の学ばせ方が必要になるかもしれない。

VI. 結 語

未破裂脳動脈瘤の発見には3DTOF画像に加えフリーハンド3D再構成画像で検討する必要がある。

文 献

- 1) 中川俊男, 端和夫. 1995年5月における日本の脳ドックの現状. 脳卒中の外 1995 ; 23 : 477-82.
- 2) Sailer AM, Wagemans BA, Nelemans PJ, et al.

Diagnosing intracranial aneurysms with MR angiography : Systematic review and meta-analysis. Stroke 2014 ; 45 : 119-26.

- 3) Edner G, Kagstrom E, Wallstedt L. Total overall management and surgical outcome after aneurysmal subarachnoid haemorrhage in a defined population. Br J Neurosurg 1992 ; 6 : 409-20.
- 4) Tenjin H, Takadou M, Ogawa T, et al. Treatment selection for ruptured aneurysm and outcomes : Clipping or coil embolization. Neurol Med Chir (Tokyo) 2011 ; 51 : 23-9.
- 5) 中川善雄, 和久本義昌, 鈴木貞男ほか. 脳健診における未破裂脳動脈瘤の診断. 日総合健診医学会誌 2001 ; 28 : 159-64.
- 6) Thien A, See A, An O, et al. Prevalence of asymptomatic unruptured intracranial aneurysms in a southeast Asian population. World Neurosurg 2017 ; 97 : 326-3.
- 7) Towgood K, Ogden JA, Mee E. Psychosocial effects of harboring an untreated unruptured intracranial aneurysm. Neurosurgery 2005 ; 57 : 858-65.
- 8) van der Schaaf IC, Brilstra EH, Rinkel GJ, et al. Quality of life, anxiety, and depression in patients with an untreated intracranial aneurysm or arteriovenous malformation. Stroke 2002 ; 33 : 440-3.
- 9) Li MH, Li YD, Tan HQ, et al. Contrast-free MRA at 3.0T for the detection of intracranial aneurysms. Neurology 2011 ; 77 : 667-76.
- 10) Malloushi A, Felbar S, Chemelli A, et al. Detection and characterization of intracranial aneurysms with MR angiography : Comparison of volume rendering and maximum-intensity-projection algorithms. AJR Am J Roentgenol 2003 ; 180 : 55-64.
- 11) Tominari S, Morita A, Ishibashi T, et al. Unruptured cerebral aneurysm study Japan investigators : Prediction model for 3-year

- rupture risk of unruptured cerebral aneurysms in Japanese patients. *Ann Neurol* 2015 ; 77 : 1050-9.
- 12) Malhotra A, Wu X, Forman HP, et al. Management of tiny unruptured intracranial aneurysms : A comparative effectiveness analysis. *JAMA Neurology* 2018 ; 75 : 27-34.
- 13) Rasing I, Ruigrok YM, Greebe P, et al. Long-term risk of aneurysmal subarachnoid hemorrhage after a negative aneurysm screen. *Neurology* 2015 ; 84 : 912-7.
- 14) Nakao T, Hanaoka S, Nomura Y, et al. Deep neural network-based computer assisted detection of cerebral aneurysms in MR angiography. *J Magn Reson Imaging* 2018 ; 47 : 948-53.
- 15) Sichteremann T, Farcon A, Sijben R, et al. Deep learning-based detection of intracranial aneurysms in 3D TOF-MRA. *AJNR Am J Neuroradiol* 2019 ; 40 : 25-32.

Screening of Unruptured Aneurysm using 3DTOF and Freehand 3D Reconstruction

Hiroshi Tenjin, Osamu Saito, Tsutomu Tokuyama, Makoto Kadowaki

Department of Neurosurgery, Japanese Red Cross Shizuoka Hospital

Abstract : To detect cerebral aneurysms in “Brain Dock”, three-dimensional time-of-flight (3DTOF) acquisition and freehand reconstruction on a workstation are employed. Three hundred and thirteen subjects were examined from April 2018 to March 2019. After 3DTOF images were transferred to the workstation, maximum intensity projection (MIP) images were first examined by rotating them 180 degrees horizontally and vertically. Then, volume-rendered three-dimensional (3D) images were reconstructed and evaluated after rotating horizontally, vertically, and skewing by the freehand method. When the branch was obscured, the images were partially magnified and the threshold level was changed. As a result, 9 aneurysms were detected (2.9%) , and 3 (1%) among them were needed treatment. One aneurysm was diagnosed by the freehand reconstructed volume-rendered 3D image. Two patients with unruptured cerebral aneurysms were treated without neurological symptoms. Freehand reconstructed volume-rendered 3D images are needed for accurate screening of cerebral aneurysms.

Key words : Cerebral aneurysm, Screening, Free-hand volume-rendered three dimensional image