

**Coil Volume Embolization Ratio for Preventing Recanalization
after Portal Vein Embolization**

Mitsunari Maruyama MD¹ , Takeshi Yoshizako MD¹, Shinji Ando MD¹ , Megumi Nakamura MD¹, Yoshitsugu Tajima MD PhD², Hajime Kitagaki, MD PhD¹

1. Department of Radiology, Shimane University Faculty of Medicine
2. Department of Hepato-Biliary-Pancreatic Surgery, Shimane University Faculty of Medicine

Corresponding Author

Mitsunari Maruyama

Department of Radiology, Shimane University Faculty of Medicine

P.O. Box 00693-8501, 89-1 Enya cho Izumo, Japan

TEL : +81-853-20-2289

FAX : +81-853-20-2285

e-mail : maruyamamd@gmail.com

目次

【本文】	3 ページ
【参考文献一覧】	4-7 ページ
【論文内容の要旨】	8-11 ページ

【本文】

当該出版社が定める著作権の利用に関する規定上、機関リポジトリでの公開が認められていないため、著作の書誌事項を以下に記載する。

題名	Coil Volume Embolization Ratio for Preventing Recanalization after Portal Vein Embolization
発表雑誌名 (巻, 初頁～終頁, 年)	Diagnostic and Interventional Radiology 2021; 27(3): 366-371. doi: 10.5152/dir.2021.20043
著者名	Mitsunari Maruyama, Takeshi Yoshizako, Shinji Ando, Megumi Nakamura, Yoshitsugu Tajima, Hajime Kitagaki

【参考文献一覧】

1. Makuuchi M, Thai BL, Takayasu K, et al. Preoperative portal embolization to increase safety of major hepatectomy for hilar bile duct carcinoma: a preliminary report. *Surgery* 1990;107:521–527.
2. Iimuro Y, Kashiwagi T, Yamanaka J, et al. Preoperative estimation of asialoglycoprotein receptor expression in the remnant liver from CT/99mTc-GSA SPECT fusion images correlates well with postoperative liver function parameters. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2010;17:673–681.
3. Beppu T, Hayashi H, Okabe H, et al. Liver functional volumetry for portal vein embolization using a newly developed 99mTc-galactosyl human serum albumin scintigraphy SPECT-computed tomography fusion system. *J Gastroenterol* 2011;46:938–943.
4. Hayashi H, Beppu T, Okabe H, et al. Functional assessment versus conventional volumetric assessment in the prediction of operative outcomes after major hepatectomy. *Surgery* 2015;157:20–26.
5. Sumiyoshi T, Shima Y, Okabayashi T, et al. Liver function assessment using 99mTc-GSA single photon emission computed tomography (SPECT)/CT fusion imaging in hilar bile duct cancer: a retrospective study. *Surgery* 2016;160:118–126.
6. Okabayashi T, Shima Y, Morita S, et al. Liver function assessment using technetium-99m-galactosyl single photon emission CT/CT fusion imaging: a prospective trial. *J Am Coll Surg* 2017;225(6):789–797.

7. Sumiyoshi T, Shima Y, Okabayashi T, et al. A novel utility of ^{99m}Tc GSA SPECT/CT fusion imaging: detection of inadequate portal vein embolization. *Jpn J Radiol* 2017;35:748–754.
8. Ferrero A, Vigano L, Polastri R, et al. Postoperative liver dysfunction and future remnant liver: Where is the limit? Results of a prospective study. *World J Surg* 2007; 31:1643–1651.
9. Uchida Y, Furuyama H, Yasukawa D, et al. Hepatectomy based on future liver remnant plasma clearance rate of indocyanine. *HPB Surg* 2016; Article ID 7637838, 6 pages.
10. Katsura M, Sato J, Akahane M, et al. Single-energy metal artifact reduction technique for reducing metallic coil artifacts on post-interventional cerebral CT and CT angiography. *Neuroradiology* 2018;60:1141–1150.
11. Kidoh M, Utsunomiya D, Ikeda O, et al. Reduction of metallic coil artefacts in computed tomography body imaging: effects of a new single-energy metal artefact reduction algorithm. *Eur Radiol* 2016;26:1378–1386
12. Ohshima S. Volume analyzer SYNAPSE VINCENT for liver analysis. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2014:235-238.
13. Dominik Geisel, Maciej Malinowski, Maciej-Janusz Powerski, et al. Improved Hypertrophy of Future Remnant Liver after PortalVein Embolization with Plugs, Coils and Particles. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2014;37:1251–1258.
14. Shimamura T, Nakajima Y, Une Y, et al. Efficacy and safety of preoperative percutaneous transhepatic portal embolization with absolute ethanol: a clinical study. *Surgery*. 1997;121:135–41.
15. Di Stefano DR, de Baere T, Denys A, et al. Preoperative percutaneous portal vein

- embolization: evaluation of adverse events in 188 patients. *Radiology*. 2005;234:625–30.
16. Katsura M, Sato J, Akahane M, Kunimatsu A, Abe O. Current and novel techniques for metal artifact reduction at CT: practical guide for radiologists. *Radiographics* 2018;38:450–461.
 17. Masaryk AM, Frayne R, Unal O, Rappe AH, Strother CM. Utility of CT angiography and MR angiography for the follow-up of experimental aneurysms treated with stents or Guglielmi detachable coils. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21:1523–1531.
 18. Zheng Y, Liu Y, Leng B, Xu F, Tian Y. Periprocedural complications associated with endovascular treatment of intracranial aneurysms in 1764 cases. *J Neurointerv Surg* 2016;8:152–157.
 19. Zhao B, Tan X, Yang H, Li Z, Xiong Y, Zhong M. Endovascular coiling versus surgical clipping for poor-grade ruptured intracranial aneurysms: postoperative complications and clinical outcome in a multicenter poor-grade aneurysm study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2016;37:873–878.
 20. Asano Y, Tada A, Shinya T, et al. Utility of second generation single energy metal artifact reduction in helical lung computed tomography for patients with pulmonary arteriovenous malformation after coil embolization. *Japanese Journal of Radiology* 2018;36:285–294.
 21. Akaki S, Okumura Y, Sasai N, et al. Hepatectomy simulation discrepancy between radionuclide receptor imaging and CT volumetry: influence of decreased unilateral portal venous flow. *Ann Nucl Med* 2003;17:23–29.
 22. Kwon AH, Matsui Y, Ha-Kawa SK, Kamiyama Y. Functional hepatic volume measured by technetium-99m-galactosylhuman serum albumin liver scintigraphy:

comparison between hepatocyte volume and liver volume by computed tomography.

Am J Gastroenterol 2001;96:541–546.

23. Satoh K, Yamamoto Y, Nishiyama Y, Wakabayashi H, Ohkawa M. ^{99m}Tc-GSA liver dynamic SPECT for the preoperative assessment of hepatectomy. *Ann Nucl Med* 2003;17:61–67.

24. De Graaf W, Bennink RJ, Vetelanen R, van Gulik TM. Nuclear imaging techniques for the assessment of hepatic function in liver surgery and transplantation. *J Nucl Med* 2010;51:742–752.

【論文内容の要旨】

INTRODUCTION

大量肝切除の際、残存肝容積が不足すると術後肝不全となる。重篤な肝不全は致死的である。残存予定肝容積を肥大させ、術後肝不全を予防するために、門脈塞栓術は施行される。門脈塞栓術後、塞栓を行った門脈に再開通が生じると、残存肝容積が不足し、肝不全のリスクが増加するため、確実な門脈塞栓が必要である。しかしながら明確な塞栓エンドポイントは存在しない。機能的残存肝容積評価は ^{99m}Tc -GSA SPECT/CT (technetium-99m galactosyl human serum albumin single-photon emission computed tomography) を用いてなされる。しかしながら門脈塞栓術後再開通による残存肝機能への影響は評価されていない。門脈塞栓術後再開通を予防するための最適なコイル充填率 (VER, volume embolization ratio) と予定残存肝機能に対する再開通の影響を評価することである。

MATERIALS AND METHODS

Patients

対象は 2015 年から 2018 年に門脈塞栓術を受けた 18 名 (男性 : 14、女性 : 4) である。門脈塞栓術は径回結腸静脈アプローチで、無水エタノール・コイルを用いて塞栓がされた。計 29 本の門脈枝 (前区域枝 : 12、後区域枝 : 11、左枝 : 4、右枝 : 2) を塞栓した。この研究プロトコルは、島根大学の研究倫理委員会に

よって承認された (study number: 3568)。

Assessments

Non-recanalization or recanalization after PVE

塞栓門脈枝の再開通は、造影 CT によって門脈塞栓術 3 週間後に評価された。造影 CT で造影効果を認めなかった塞栓門脈枝は非再開通とし (非再開通群)、造影効果を認めた塞栓枝は再開通とした (再開通群)。

Volume embolization ratio (VER)

VER は以下の計算式で算出した: $VER = (\text{コイル体積} / \text{標的血管体積}) \times 100(\%)$ 。

VER を非再開通群と再開通群で比較した。3 次元画像解析システムを使用して造影 CT 再構成画像で計測を行い、コイル体積・標的血管体積を算出した。

Functional-volumetric ratio

造影 CT および ^{99m}Tc -GSASPECT / CT は、門脈塞栓術前と 3 週間後に施行された。全肝体積に対する予定残存肝体積の比率 (volumetric %FLR, future liver remaining volume)、 ^{99m}Tc -GSA SPECT / CT での全肝集積カウントに対する予定残肝集積カウントの比率 (functional %FLR)、および $\text{Functional-volumetric ratio} = \text{functional \%FLR} / \text{volumetric \%FLR}$ を算出した。Functional-volumetric ratio を非再開通群と再開通群で比較した。

RESULTS AND DISCUSSION

26本の塞栓門脈枝は非再開通であったが（非再開通群, n = 26, 89.7%）、3本の塞栓門脈枝は再開通を示した（再開通群, n = 3, 10.3%）。VERの中央値は非再開通群で4.94（3.12–11.1）%、再開通群で3.49（2.76–4.32）%であり、両群間で有意差を認めた（ $P=0.045$, *Mann–Whitney U test*）。Functional-volumetric ratioの中央値は、非再開通群（n = 15, 83.3%）で1.16（1.03–1.50）、再開通群（n = 3, 16.7%）で1.01（0.96–1.13）であり、非再開通群で有意に高かった（ $P=0.021$, *Mann–Whitney U test*）。

再開通群（n = 3, 16.7%）において抗血小板薬・抗凝固薬服用はなかった。内2名は前区域枝・後区域枝を塞栓されたがそれぞれ前区域枝と後区域枝に再開通を認めた、再開通枝VERは非再開通枝VERよりも小さかった。よって、適切なコイル充填は、PVE後の再開通を防ぎ、より効果的な肝肥大を達成する可能性がある。門脈塞栓術が不十分な場合、塞栓肝から残存予定肝への機能シフトは不完全となる。したがって、再開通群（n = 3, 16.7%）において、Functional-volumetric ratioは小さくなり、PVE後再開通予防の重要性が示唆される。

単施設少数例の検討であり、今後さらなる検討が必要である。また門脈塞栓術、門脈塞栓術後再開通予防に有用な塞栓物質評価を行っていない。さらに、 ^{99m}Tc -GSA SPECT/CTは多くの国で臨床使用することはできないのが現状である。

CONCLUSION

残存予定肝容積を肥大させ、術後肝不全を予防するために、確実な門脈塞栓術が必要である。門脈塞栓術後再開通を予防するのに必要なコイル術天率 VER は約 5% (> 4.94%) であった。PVE 後再開通による残存肝機能低下が 99mTc-GSA SPECT / CT により明らかになった。