

学位論文の要旨

Use of intra-procedural fusion imaging combining contrast-enhanced ultrasound using a perflubutane-based contrast agent and auto sweep three-dimensional ultrasound for guiding radiofrequency ablation and evaluating its efficacy in patients with hepatocellular carcinoma

(肝細胞癌に対するラジオ波焼灼療法のガイダンスと治療効果判定における auto sweep による三次元超音波とペルフルブタン造影超音波の融合画像の術中使用の検討)

September, 2020
(2020 年 9 月)

Katsuyuki Sanga
三箇 克幸

Gastroenterology
Yokohama City University Graduate School of Medicine
横浜市立大学 大学院医学研究科 医科学専攻 消化器内科学

(Doctoral Supervisor : Shin Maeda, Professor)
(指導教員 : 前田慎教授)

学位論文の要旨

Use of intra-procedural fusion imaging combining contrast-enhanced ultrasound using a perflubutane-based contrast agent and auto sweep three-dimensional ultrasound for guiding radiofrequency ablation and evaluating its efficacy in patients with hepatocellular carcinoma

(肝細胞癌に対するラジオ波焼灼療法のガイダンスと治療効果判定における auto sweep による三次元超音波とペルフルブタン造影超音波の融合画像の術中使用の検討)

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02656736.2020.1729422>

1. 序論

肝細胞癌（以下、HCC）に対する治療として、最も有効な治療は肝切除と肝移植であるが、多くの患者はその適応とならない。肝切除に関しては腫瘍そのものの広範囲な進展あるいは背景肝の肝予備能の低下していること、肝移植に関してはドナーが不足していることにより、肝切除、肝移植の対象にならないことが多いのが現状といえる。ラジオ波焼灼療法（以下、RFA）は、肝切除に代替する侵襲の少ない根治的な局所治療とされている。しかし、RFAは、肝切除と比較して局所再発が多い（Minami and Kudo, 2010）。RFAで良好な局所コントロールを得るには、5mm以上のablative marginが必要である（Nakazawa et al., 2007）。しかし、超音波（以下、US）画像では、RFAの影響によって焼灼した腫瘍の周囲に高エコー領域の出現によって、ablative marginの評価が困難となるため、焼灼が不十分になってしまい、局所再発を来してしまうことがある（Leyendecker et al., 2002, Zytoon et al., 2007）。USではRFAの治療効果判定ができないため、RFAの治療効果判定は、contrast-enhanced CT（以下、CECT）やcontrast-enhanced MRI（以下、CEMRI）が用いられてきた（Bruix and Sherman, 2011, Lim et al., 2001）。しかし、CECTやCEMRIでは、RFAの治療中に治療効果判定ができない。この問題点を解消する方法として、造影超音波（以下、CEUS）検査を用いた融合画像（以下、fusion imaging）がある。これまで、CEUS/CT fusion imagingやCEUS/MRI fusion imagingがRFAの治療中の治療効果判定法としての有用性が報告されている（Makino et al., 2016, Ma et al., 2019）。一方で、fusion imagingの欠点は、融

合する画像間に誤差を生じることである。誤差が生じる要因の一つに、融合する modality の撮像条件の違いがある。これは、CT では主に吸気時、MRI では呼気時、そして US ではそのどちらでもない穿刺に適した呼吸条件で施行するために、呼吸に伴う肝臓の変形がそれぞれの撮像条件で異なる。この肝臓の変形によって、融合する画像間に誤差が生じる。そこで、US 同士での融合であれば、誤差を最小限にすることが可能であると考えられる。実際に、CEUS/US fusion imaging に関する報告では、manual sweep で volume data を取得した後に RFA を行い、治療効果判定を行ったところ、正確に評価することが可能であったとしている (Xu et al., 2018)。しかし、manual sweep の欠点として、一定の速度で probe を動かさなかったり、肋骨で滑ったりしてしまうために、スキャンした面と異なる面を表示した際に画像が歪んでしまうことがあり、治療効果判定に影響を及ぼす可能性がある。この欠点を解消できる可能性がある方法として、auto sweep (以下、Autosweep) で volume data を取得する方法があるが、これに関する報告はないのが現状である。

2. 実験材料と方法

2017 年 6 月から 2018 年 6 月までに HCC に対して RFA を施行した症例のうち、US 検査で同定可能な 43 症例 50 結節を検討対象とした。RFA の穿刺時の体位を保持しながら、RFA の治療直前に volume data を Autosweep で取得し、CEUS/US fusion imaging を RFA のガイダンスや RFA 中に治療効果判定に用いた。十分な ablative margin が確保されたと判断した場合は治療を終了とし、ablative margin が不十分と判断した場合には、追加焼灼後に再度効果判定を行い、十分な ablative margin が確保できるまで実施した。RFA1 か月後の CECT または GEMRI での治療効果判定を gold standard にして、RFA 直後の CEUS/US fusion imaging での治療効果判定を評価した。

3. 結果

33 結節は、初回の焼灼で十分な ablative margin が確保できたと判定したため治療を終了した。一方、17 結節は、ablative margin が不十分であると判定したため追加焼灼を施行した。最終的に 49 結節では、十分な ablative margin を確保できたと判定した。RFA 直後の CEUS/US fusion imaging と RFA1 か月後の CECT または GEMRI の評価の一致率は 88% (44/50) と良好で、Kappa 値は 0.792 (95%信頼区間 0.625–0.960) であった。

4. 考察

Autosweep で volume data を取得した CEUS/US fusion imaging は、RFA の治療効果判定に有用であった。また、RFA の 1 か月後の CECT または GEMRI の治療効果判定結果と CEUS/US fusion imaging 治療効果判定結果に高い相関率を認めたことから、治療後早期の CECT や GEMRI に代替できる可能性があることが示された。

引用文献

Bruix J, Sherman M. (2011), American association for the study of liver diseases. Management of hepatocellular carcinoma: an update, *Hepatology*, 53, 1020-1022.

Leyendecker JR, Dodd GD 3rd, Halff GA, McCoy VA, Napier DH, Hubbard LG, Chintapalli KN, Chopra S, Washburn WK, Esterl RM, Cigarroa FG, Kohlmeier RE, Sharkey FE. (2002), Sonographically observed echogenic response during intraoperative radiofrequency ablation of cirrhotic livers: pathologic correlation, *AJR Am J Roentgenol*, 178, 1147-1151.

Lim HK, Choi D, Lee WJ, Kim SH, Lee SJ, Jang HJ, Lee JH, Lim JH, Choo IW. (2001), Hepatocellular carcinoma treated with percutaneous radio-frequency ablation: evaluation with follow-up multiphase helical CT, *Radiology*, 221, 447-454.

Ma QP, Xu EJ, Zeng QJ, Su ZZ, Tan L, Chen JX, Zheng RQ, Li K. (2019), Intraprocedural computed tomography/magnetic resonance-contrast-enhanced ultrasound fusion imaging improved thermal ablation effect of hepatocellular carcinoma: Comparison with conventional ultrasound, *Hepato Res*, 49, 799-809

Makino Y, Imai Y, Igura T, Kogita S, Sawai Y, Fukuda K, Iwamoto T, Okabe J, Takamura M, Fujita N, Hori M, Takehara T, Kudo M, Murakami T. (2016), Feasibility of Extracted-Overlay Fusion Imaging for Intraoperative Treatment Evaluation of Radiofrequency Ablation for Hepatocellular Carcinoma, *Liver Cancer*, 5, 269-79.

Minami Y, Kudo M. (2010), Radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma: Current status, *World J Radiol*, 28, 417-424.

Nakazawa T, Kokubu S, Shibuya A, Ono K, Watanabe M, Hidaka H, Tsuchihashi T, Saigenji K. (2007), Radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma: correlation between local tumor progression after ablation and ablative margin, *AJR Am J Roentgenol*, 188, 480-488.

Xu EJ, Lv SM, Li K, Long YL, Zeng QJ, Su ZZ, Zheng RQ. (2018), Immediate evaluation and guidance of liver cancer thermal ablation by three-dimensional ultrasound/contrast-enhanced ultrasound fusion imaging, *Int J Hyperthermia*, 34, 870-876.

Zytoon AA, Ishii H, Murakami K, El-Kholy MR, Furuse J, El-Dorry A, El-Malah A. (2007), Recurrence-free survival after radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma. A registry report of the impact of risk factors on outcome, *Jpn J Clin Oncol*, 37, 658-672.

論文目録

I 主論文

Use of intra-procedural fusion imaging combining contrast-enhanced ultrasound using a perflubutane-based contrast agent and auto sweep three-dimensional ultrasound for guiding radiofrequency ablation and evaluating its efficacy in patients with hepatocellular carcinoma

Sanga, K., Numata K., Nihonmatsu, H., Ogushi, K., Fukuda, H., Chuma, M., Hashimoto, H, Koizumi, N., Maeda, S

International Journal of Hyperthermia vol.37, (1), 202-211, 2020

II 副論文

なし

III 参考論文

なし