

リアルタイム MR 撮像ナビゲーション装置用補助器具の開発

森川茂廣¹, 犬伏俊郎¹, 来見良誠², 仲 成幸²,
Viswanathan Seshan³

¹滋賀医科大学分子神経科学研究センター ²同第1外科 ³GE 横河メディカルシステム

はじめに

縦型オープン MRI 装置の導入により、様々な疾患部位に対するアクセスが容易となり、リアルタイム MR 画像ガイド下に、諸臓器の穿刺生検や温熱凝固治療が行われるようになった^{1),2)}。こうした治療においては、X線透視のような投影像と違い、ある一つの平面での二次元 MR 画像をガイドとして用いるため、穿刺経路および目的病巣が撮像面と常に正確に一致しなければならない。そのため、我々の MR 装置には、撮像面を術者自身がコントロールすることができるナビゲーション用のフラッシュポインター (Fig. 1A) が備えられている³⁾。これには、中心部分に穿刺のためのニードルガイドを挿入する穴があり、放射状にのびる3本の脚に発光ダイオードが取り付けられ、その位置情報から、穿刺方向に一致した撮像面が計算され、自動的にリアルタイムの MR 画像に反映される。したがって、この撮像ナビゲーション装置は、こうした治療操作を正確に行うための必須の器具である。この MR 装置は、欧米では脳外科手術ガイドを中心に使用され、脳腫瘍穿刺のためには、穿頭部頭蓋骨にニードルガイドを強固に固定し、このポインターと組み合わせる器具が既に市販されている⁴⁾。しかし、肝臓など腹部領域の穿刺については、あま

り考慮されず、そのための補助器具も開発されていない。このポインターを用いて肝腫瘍の穿刺を行うにあたって、我々がまず直面した問題は、発光ダイオード部分には、わずかに磁性体が含まれており、この部分やケーブルが接触するとその付近にアーチファクトを生じて、MR 信号が欠落してしまうことであった (Fig. 1B~D))。こうした影響をなくするには、ポインターとケーブル部分を体表面から約 3 cm 程度離す必要があったが、これを支持なしに浮かした状態では、正確な穿刺は不可能であった。当初は、直径 10 cm のアクリルの筒を幅 3 cm に切ったスペーサーを準備し、この上にポインターを載せて体表面から離して固定して、安定した穿刺を行う工夫を行い、その有用性について報告した⁵⁾。しかし、角度をつけた穿刺が必要な場合には、斜めに切ったスペーサーを何種類か用意して、適当なものを選んで使用したものの、角度の微調整は困難で、しかもダイオードを遮蔽しないよう注意深く把持する必要があった。今回は、こうした問題を解決するための補助器具を製作したので報告する。

装置および開発した器具

MR 装置は GE 社超電導タイプ 0.5T SIGNA SP/i である。いわゆるダブルドーナツと呼ば

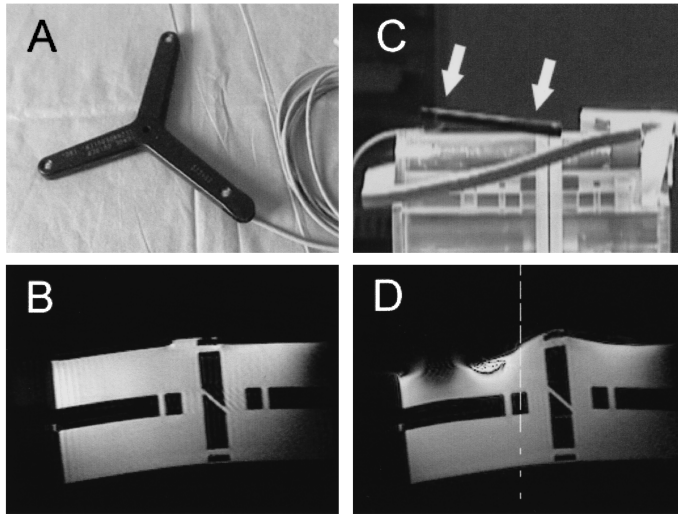


Fig. 1. (A) A 3-point hand piece of FlashPoint Model 5000 (Image Guided Technologies Inc.) for the control of MR image plane, which is included in SIGNA SP/i (GE Medical Systems). (B) An SPGR MR image of a phantom. When the hand piece was placed on the phantom (C, arrows), remarkable artifacts appeared on the image (D).

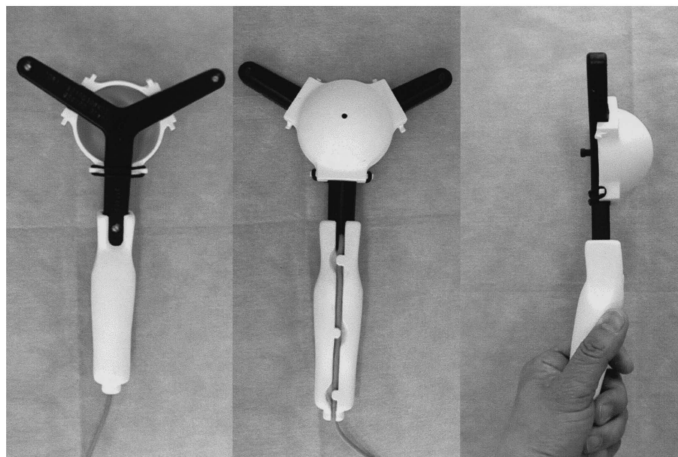


Fig. 2. Newly-developed assistive device for the 3 point hand piece. This device is made of polyurethane and composed of a hemispherical adapter with an effective radius of 30 mm and a handle with a slit for the diode and with a groove for the cable.

れる横幅 58 cm の垂直ギャップを有する開放型で、患者の両側に 2 人の術者が立ち、治療を行うことができる。リアルタイム MR 画像は、磁石の間に設置された液晶モニターに表示される。この MR システムには、撮像面のナビゲーションのために、FlashPoint Model 5000 (Image Guided Technologies Inc., Boulder, CO) が組み込まれている。この器具を用いて撮像面をコントロールし、SPGR 法を用いて TR 14 ms, TE 3.4 ms, 256×128 マトリックスで約 2 秒ごとにリアルタイム MR 画像を撮像し、術者モニターに送出した。

今回、考案したフラッシュポインター補助器具を Fig. 2 に示す。材質はポリウレタンで、ポインター中央に取り付けるための半径 30 mm の半球状アダプターが作成され、長さ 40 mm のニードルガイド (いろいろな口径のものを取り替え可能) を装着できる。また把持のためのはめ込み式のハンドルを用意し、発光ダイオードを遮蔽しないように窓を開け、裏側にはケーブルを固定するための溝を設けている。

結果および考察

この補助器具により、ナビゲーションポインターを体表面から約 30 mm 浮かした状態で、安定して固定し、しかも、角度を微調整しながら穿刺操作を行うことが可能となった。我々は、MR 画像ガイド下の経皮的肝腫瘍マイクロ波凝固壊死療法⁶⁾を行っているが、角度の微調整は、呼吸性に移動する肝腫瘍の穿刺において特に有用であった。また、このハンドルにより、1 人の術者が、ダイオード部分を遮蔽することなく、ケーブルも一緒に握り込んで、片手でポインターを保持し、もう一方の手で穿刺を行うことが可能となり、しかもアーチファクトの問題も解消された (Fig. 3)。これは作業スペースと術者の人数が限定された MR 画像ガイド下の穿刺術には特に有効であった。

この装置は、全世界で 10 数台が稼働している程度で、この治療手技もまだ始められたばかりであるが、我が国でも同様の機器の導入が始まっており、今後ますます発展する分野であると期待されている。こうした治療を肝腫瘍など様々な分野へ適応を拡大していこうとすれば、

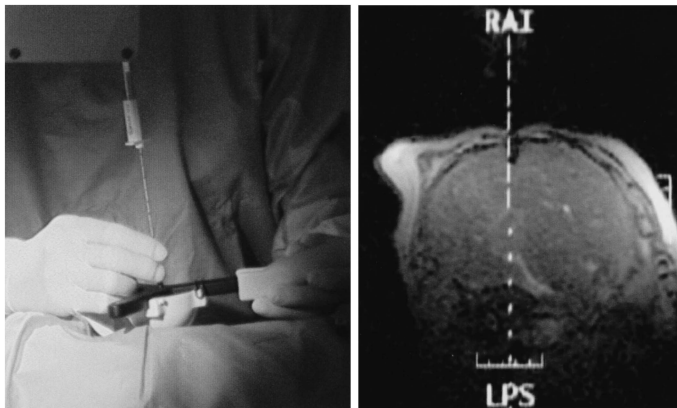


Fig. 3. MR-guided percutaneous puncture of a liver tumor. A single surgeon can carry out the percutaneous puncture holding the hand piece tightly without blocking diodes (left side), while monitoring artifact-free real time MR images (right side).

こうした補助器具を独自に開発することが必要となる。

ま と め

リアルタイム MR 撮像面ナビゲーション装置用の補助器具を独自に作成した。この器具を用いることにより、アーチファクトに妨げられない正しくアップデートされたリアルタイム MR 画像をモニターしながら 1 人の術者が方向を微調整して安定した穿刺操作を行うことが可能となった。

文 献

- 1) Schenck JF, Jolesz FA, Roemer PB, et al. : Superconducting open-configuration MR imaging system for image-guided therapy. *Radiology* 1995 ; 195 : 805-814
- 2) Kahn T, Harth T, Kiwit JCW, Schwarzmaier H-J, Wald C, Mödder U : *In vivo* MRI thermometry using a phase-sensitive sequence : preliminary experience during MRI-guided laser-induced interstitial thermotherapy of brain tumors. *J Magn Reson Imaging* 1998 ; 8 : 160-164
- 3) 森川茂廣, 犬伏俊郎, 松田昌之, 来見良誠, 藤村昌樹, 野坂修一, 村田喜代史, Seshan V : インターベンション治療における縦型オープン MR 装置の初期経験. *日磁医誌* 2001 ; 21 : 41-48
- 4) Kollias SS, Bernays R, Marugg RA, Romanowski RT, Yonekawa Y, Valavanis A : Target definition and trajectory optimization for interactive MR-guided biopsies of brain tumors in an open configuration MRI system. *J Magn Reson Imaging* 1998 ; 8 : 143-159
- 5) 来見良誠, 谷 徹, 仲 成幸, 他 : MR ガイド下肝腫瘍穿刺術におけるスパーサーの有用性. *肝臓* 2000 ; 41 : 507-508
- 6) 来見良誠, 谷 徹, 花澤一芳, 他 : リアルタイム画像を用いた垂直アクセスによる MR ガイド下肝腫瘍マイクロ波凝固壊死療法. *臨外* 2000 ; 55 : 1199-1202

Development of a New Device to Assist Real Time MR Image Navigation

Shigehiro MORIKAWA¹, Toshiro INUBUSHI¹, Yoshimasa KURUMI²,
Shigeyuki NAKA², Viswanathan SESHAN³

¹*Molecular Neuroscience Research Center and ²1st Department of Surgery,
Shiga University of Medical Science
Seta Tsukinowa-cho, Ohtsu, Shiga 520-2192*
³*GE Yokogawa Medical Systems*

In MR guided interventional therapies, the path of the puncture needle and the image plane must be exactly the same. This is because MRI is not a projection image like X-ray fluoroscopy. Therefore, the ability to navigate accurately to the correct image plane is very important. For this purpose, a navigational device, called a hand piece, is provided on the Signa SP/i system. Since all 3 light emitting diodes (LED) on the hand piece must be visible to the detectors, care must be taken not to obstruct any of them. In addition, direct contact of the hand piece with the patient causes remarkable artifacts on the MR images. This necessitates that the hand piece be kept away from the patients body surface. To solve these problems, we have developed a practical device to facilitate easier handling of the hand piece during clinical procedures. The device is made of polyurethane and is composed of a hemispherical adapter with an effective radius of 30 mm. It also has a handle with a slit for the LED and a groove for the cable. The hemispherical adapter enables us to adjust the angle of puncture with sufficient flexibility, while keeping the offset from the body surface. The handle enables us to hold the hand piece tightly with one hand. This is very important due to the limited access to the patient in the MR system. While monitoring the artifact-free real time MR images, a single surgeon can carry out the percutaneous puncture, without blocking the LED, while holding the hand piece tightly.