

Real-time Virtual Sonographyガイド下 前立腺生検の臨床的有用性～当院の導入経験から～

Clinical Usefulness of Real-time Virtual Sonography Guided Prostate Biopsy

今田 秀尚¹⁾ Hidenao Imada 前田 佳彦¹⁾ Yoshihiko Maeda 田淵 友貴¹⁾ Yuki Tabuchi
水口 仁¹⁾ Hitoshi Mizuguchi 桑山 真紀¹⁾ Maki Kuwayama 玉木 繁¹⁾ Shigeru Tamaki
佐野 幹夫¹⁾ Mikio Sano 田中 國晃²⁾ Kuniaki Tanaka

¹⁾医療法人 豊田会 刈谷豊田総合病院 放射線技術科

²⁾医療法人 豊田会 刈谷豊田総合病院 泌尿器科

Real-time Virtual Sonography^{*1}(以下、RVS)とはCT、MRI、超音波診断装置のボリュームデータより超音波画像と同一断面の再構成画像(以下、バーチャル画像)をリアルタイムに描画し、超音波画像と共に表示するシステムである。当院では平成25年3月より経会陰式前立腺生検にRVSシステムを導入し、より精度の高い安定した生検手技と癌陽性率の向上に努めている。しかし、導入当初は超音波画像とバーチャル画像との位置合わせに不慣れであったため、生検前に取得したT2強調画像や拡散強調画像などで病変を疑う部位をRVSシステム上に上手く反映できなかった。本課題を克服すべく、新たに解剖学的基準線を勘案し、バーチャル画像と超音波画像の相対的な位置関係を視覚的に把握することで、位置合わせが容易になり、効率性の高いRVSガイド下前立腺生検を施行できるようになったので報告する。

Real-time Virtual Sonography^{*1} (RVS) is a function to display the reconstructed images with the same phase as the ultrasound images in real-time from volume data of CT, MRI or US together with US images. We installed this RVS system in March/2013 to make a transperineal prostate biopsy, try to do more highly precise, stable biopsy procedure and improvement of the positive rate of cancer. However, since it was unfamiliar to make position alignment of the virtual image and the ultrasound image for the first time, the lesion where are suspected such as T2-weighted image and diffusion-weighted image prior to a biopsy could not be reflected well in the RVS system. In order to solve the issue, because the anatomical baseline allows to visually recognizing the relative position of the virtual image and the ultrasound image, we make position alignment easily and can work out RVS-guided prostate biopsy effectively.

Key Words: Real-time Virtual Sonography, Prostate biopsy, Magnetic resonance imaging

1. はじめに

宮川ら^{1)~3)}によって前立腺生検時にMRI画像を用いたRVSを併用することで高い癌陽性率を得ることが可能と報告されている。

当院では、手術支援ロボットダヴィンチ^{*2}Siを平成25年2月に導入し、同年4月よりロボット支援腹腔鏡下前立腺摘除術を施行しており、より精度の高い安定した前立腺生検手技の確立と癌陽性率の向上が求められるようになった。このため、同年3月より経会陰式前立腺生検にRVSシステムを導入

した。導入当初はバーチャル画像と超音波画像の位置合わせに不慣れであったため、病変を疑う部位を上手くRVSシステム上に反映できず、生検施行時間が増加する場合もあった。そこで、本課題を克服すべく、新たに解剖学的基準線を設定し、この基準線を目印とする位置合わせ手法を考案したので報告する。また、あわせて、RVSシステム導入約1年間の初期診断成績を報告する。

2. RVSシステムの概要

RVSシステムとはCT、MRI、超音波診断装置のボリュームデータより超音波画像と同一断面のバーチャル画像をリアルタイムに描画し、超音波画像と共に表示するシステムである(図1)。当院では、主に消化器内科でのラジオ波焼灼療法(Radiofrequency ablation : RFA)に用いており、今回新たに経会陰式前立腺生検に適用した。使用した超音波診断装置およびプローブはHI VISION Ascendus^{※3}、直腸向け超音波診断用プローブEUP-U533(リニア側10~5MHz/64mm、コンベックス側8~4MHz/10R)である(図2)。

3. RVSに適用するMRI画像

当院では、ルーチン検査に用いるMRI画像とは別にRVS専用シーケンスとしてRVSガイド下前立腺生検時に参照画像として用いるT2強調画像(矢状断面)、狙撃生検部位の決定を目的とした拡散強調画像(矢状断面および横断面)を撮像している(図3)。その際の撮像条件を表1に示す。これらの画像は3D撮像でなくても、2D撮像でスライス間にギャップを設けないようにすれば、十分検査に耐え得ると判断し、撮像時間の短い2D撮像を採用している。このため、RVS専用シーケンスでのMRI撮像は入室から退室まで10分程度で完了する。また、前立腺の経時的形状変化による影響が最小限となるよう、生検予定日前日の午後にMRI画像の撮像を行う工夫をしている。

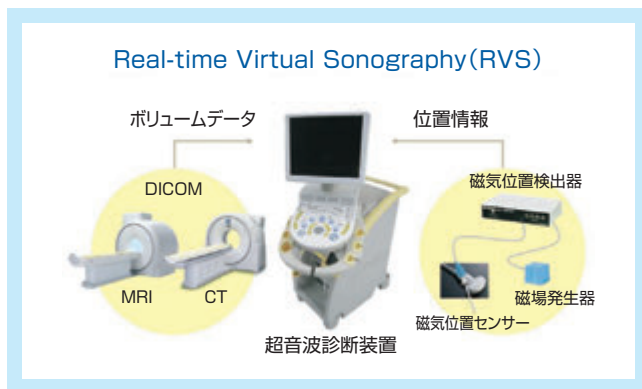


図1: RVSシステムの概要



図2: 使用した超音波診断装置およびプローブ

4. RVSガイド下前立腺生検の術前準備

RVSガイド下前立腺生検の術前準備として、患者が手術室に入室するまでに以下の準備を行う。RVS専用シーケンスで撮像したMRI画像を超音波診断装置内に取り込み、T2強調画像の矢状断面にて膀胱内の内尿道口を表示する(図4)。マーキング機能を用い、内尿道口から前立腺内を貫く尿道に沿って線マーカを設定し、これを基準線Iとする。基準線Iはバーチャル画像上と超音波画像上の両方に描画されるため、両画像間の位置合わせの際に目印として使用できる。

次にプローブ点の設定を行う。プローブ点はバーチャル画像の初期断面を切り出すための点である。EUP-U533のリニア側の超音波画像とほぼ同一断面となるバーチャル画像を切り出すため、T2強調画像(矢状断面)上において、前立腺長径の中心付近の直腸前壁に設定する(図4)。

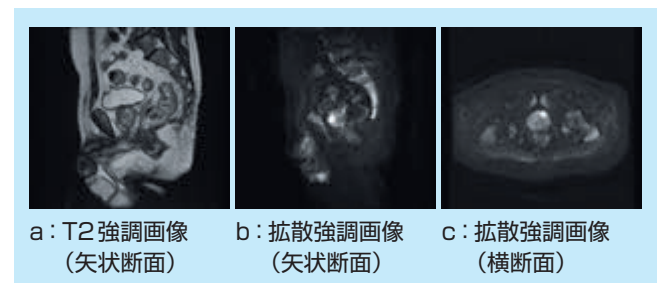


図3: RVS専用シーケンスで撮像するMRI画像

表1: RVS専用シーケンスでのMRI撮像条件

パラメータ	T2強調画像	拡散強調画像
Plane	Sagittal	Sagittal/Axial
スライス数	40スライス	30/38スライス
TR	85msec	88.2msec
TE	7150msec	3550/4300msec
Slice thickness	2.0mm	5.0mm
Slice Gaps	0.0mm	0.5mm
FOV	28.0cm	40.0cm
b-factor	—	b=0, 1000

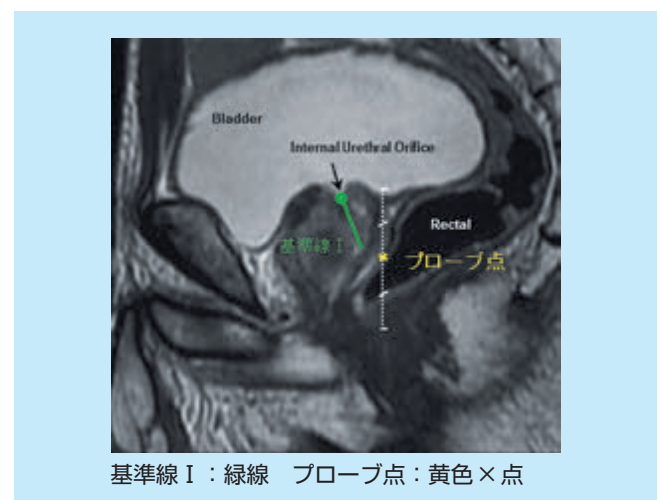


図4: RVS設定画面での基準線Iおよびプローブ点の設定

最後に狙撃生検部位のマーカを設定を行う。狙撃生検部位にマーカを設定する際、T2強調画像と拡散強調画像を矢状断面から横断面に切り替える(図5)。横断面への切り替えにより、ルーチン検査時にMRI画像の横断面を見ながら生検部位を確認する状態に近づくため、RVSガイド下前立腺生検における狙撃生検部位の把握が容易となる。当院では、最も病変部の局在診断に優れているとされる拡散強調画像の高輝度信号領域に対し、球マーカを設定することで狙撃生検部位を決定している。設定した球マーカはT2強調画像を含め、読み込まれている全ての画像上に反映されるので、狙撃生検時に参照するバーチャル画像としてT2強調画像を適用することができる。また、球マーカの設定は生検を執刀する泌尿器科医師(以下、生検執刀医)と共に術前に手術室で行い、狙撃生検部位に関する情報共有を図っている(図6)。これによりRVSの経験が少ない場合においても、狙撃生検部位の把握が容易となる。

5. RVSガイド下前立腺生検の位置合わせ方法

当院では、RVSガイド下前立腺生検の位置合わせを行う際、生検執刀医は超音波診断装置のモニター出力を分配表示している天吊りモニターを確認しながら、プローブ操作を行い、内尿道口および前立腺内を貫く尿道を超音波画像上に表示する(図7)。診療放射線技師は超音波診断装置のモニター画像と生検執刀医のプローブ操作に応じてバーチャル画像と

超音波画像の位置合わせを行う。天吊りモニターと超音波診断装置のモニターを活用することにより生検執刀医はプローブ操作に集中でき、診療放射線技師は超音波診断装置の操作に集中できる。このような工夫と役割分担により、効率の良いRVSガイド下前立腺生検を実現した。

具体的な位置合わせ方法は以下の手順1、2に従って実施する(図8)。

手順1: 超音波画像上に内尿道口および前立腺内を貫く尿道を表示する。

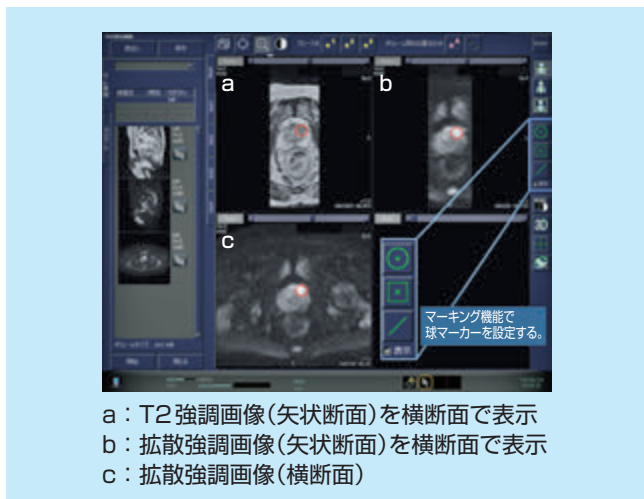
手順2: 前立腺内尿道ラインに基準線Iを一致させる。

手順1について述べる。RVS検査画面には、先に設定したプローブ点に基づきバーチャル画像が表示され、バーチャル画像上および超音波画像上には基準線Iが表示される(図9)。生検執刀医は患者の直腸内にプローブを挿入し、内尿道口お



奥：天吊りモニター(生検執刀医用)
手前：超音波診断装置のモニター(診療放射線技師用)

図7：手術室での様子



a : T2強調画像(矢状断面)を横断面で表示
b : 拡散強調画像(矢状断面)を横断面で表示
c : 拡散強調画像(横断面)

図5：RVS設定画面での狙撃生検部位への球マーカ設定

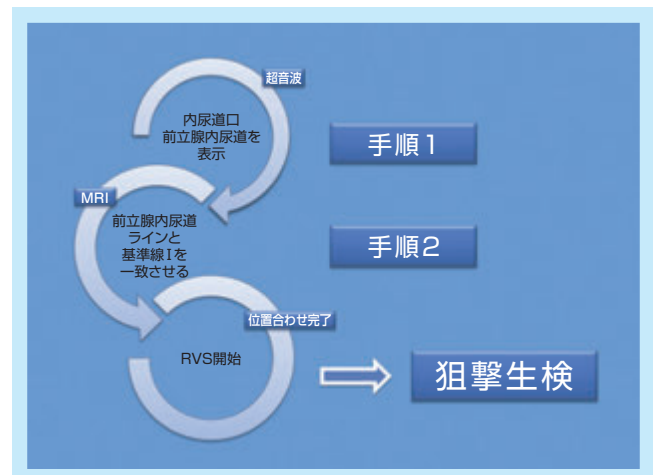


図8：位置合わせ方法の流れ

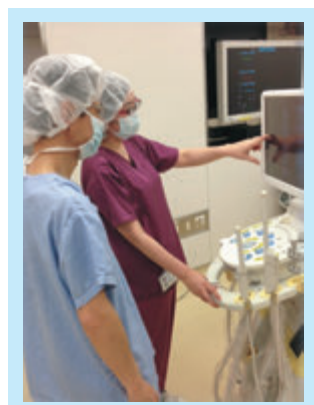


図6：手術室での狙撃生検部位に関する生検執刀医との情報共有

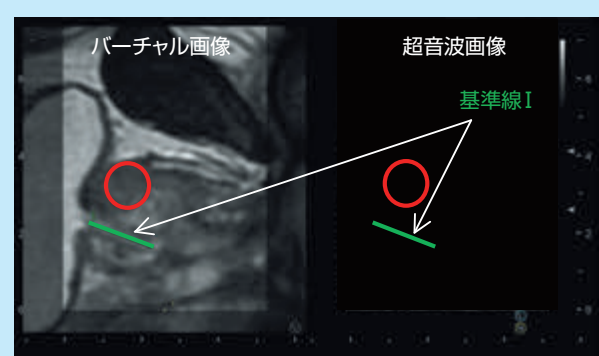


図9：RVS検査画面への遷移直後

よび前立腺内を貫く尿道を超音波画像上に表示する(図10)。なお、図10には、参考までに超音波画像上に表示した内尿道口と前立腺内を貫く尿道の位置を黄色の丸印および点線で示している。

次に手順2について述べる。診療放射線技師は図10で表示した超音波画像上の内尿道口および前立腺内を貫く尿道のラインに基準線Iが一致するようにバーチャル画像の平行移動および角度調整を行い(図11)、両画像の位置合わせを完了する(図12)。

直腸背屈が強い場合には、超音波画像の撮像時に前立腺基底部の圧迫に伴って前立腺に変形を生じるため、基準線Iのみでは位置合わせが困難な場合がある(図13)。このため、直腸背屈が強い症例には基準線Iのほか恥骨後縁に沿って基準線IIを追加する。始めに基準線IIを超音波画像上の恥骨後縁に一致させた後、基準線Iを内尿道口と前立腺内を貫く尿道に合わせることで容易に位置合わせが可能となる(図14)。

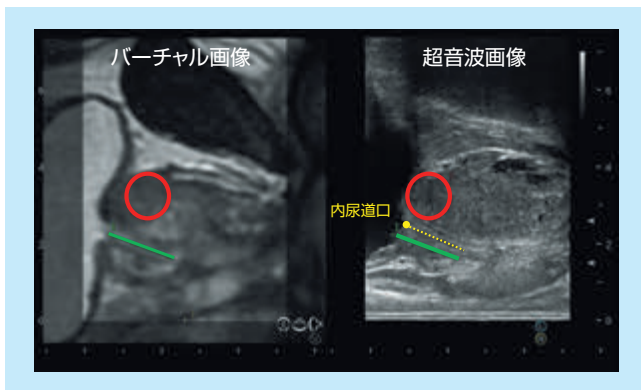


図10：内尿道口および前立腺内を貫く尿道の描出

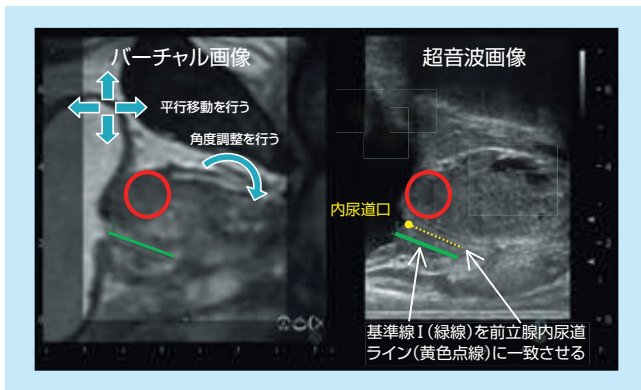


図11：バーチャル画像と超音波画像の位置合わせ

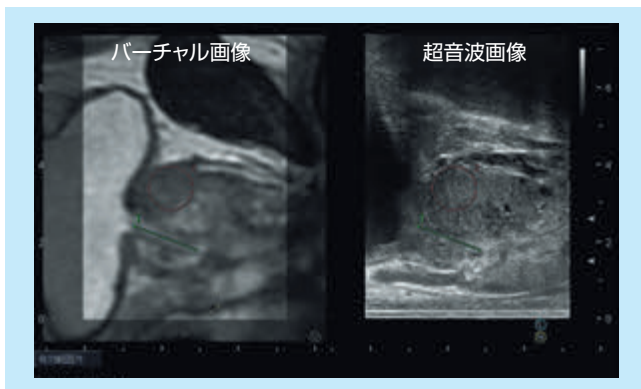


図12：位置合わせ完了後のバーチャル画像と超音波画像

6. RVSの有用性

RVSガイド下前立腺生検に期待する効果は、超音波画像上で病変部が結節として明瞭に描出されない場合、もしくは、結石などによるAcoustic shadowの影響で不明瞭な場合においても、MRI画像を参照することで超音波画像上での病変部などの位置を把握できることにある。これは生検による癌陽性率向上に直結する。当院ではRVSシステム導入後、約1年間で53例に対しRVSガイド下前立腺生検を施行した。生検前のMRI所見では、悪性と疑われる症例は28例(53%)、良性と思われる症例は10例(19%)、所見なしの症例は15例(28%)であった(図15)。病理結果より全53例での癌陽性率は43%であり、悪性と疑われる28例における癌陽性率は64%で

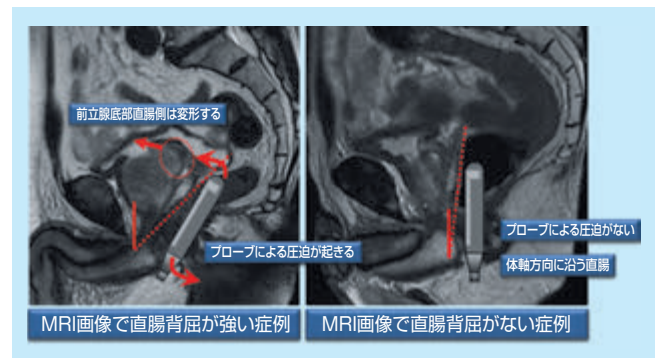


図13：直腸背屈が強い症例と直腸背屈が無い症例の例

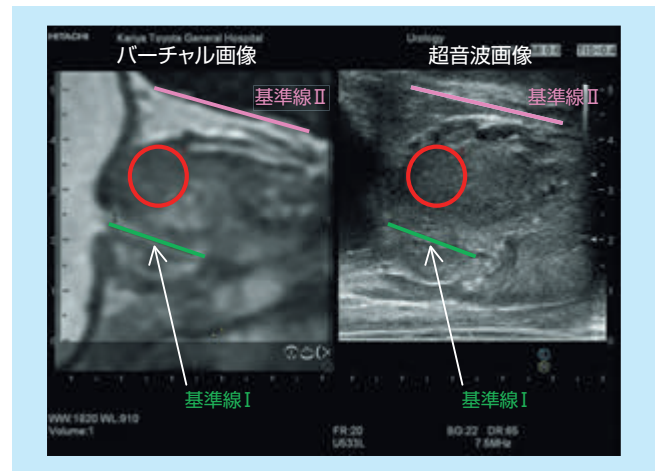


図14：直腸背屈が強い症例での位置合わせ

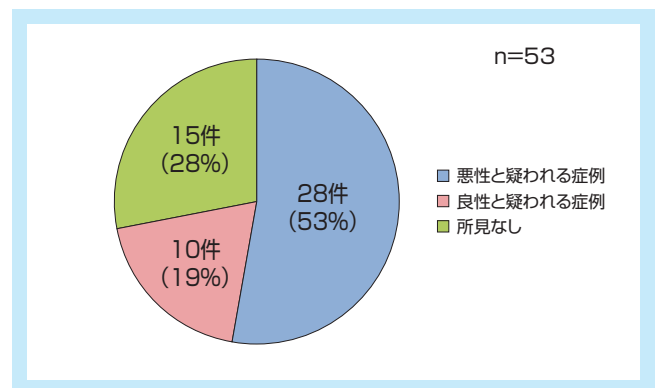


図15：RVSガイド下前立腺生検を実施した全53例に関するMRI所見の内訳

あった(図16)。RVSガイド下前立腺生検導入の前年度に施行した経会陰前立腺生検(80件)での癌陽性率38%を鑑みると、導入初年度としては良好な成果が得られ、RVSガイド下前立腺生検はSignificant cancerなどを効率的に同定できるものと考えられた。

最後にRVSガイド下前立腺生検が有用であった症例について画像を提示する(図17)。本症例は超音波画像では病変部が周囲の前立腺とiso echoicを呈し、結節として認められなかったが、生検前のMRI検査では悪性と疑われ、病変部に対しRVSガイド下での狙撃穿刺(3本)を追加施行した(図18)。

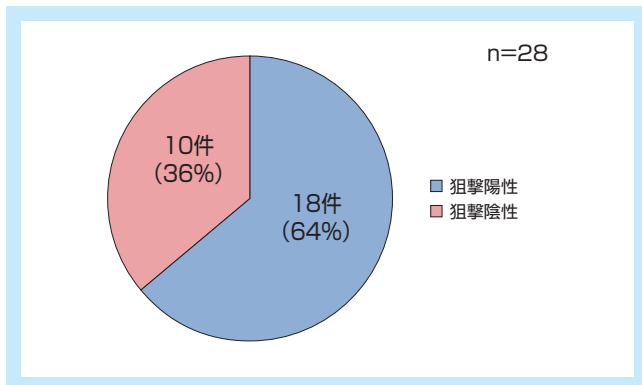


図16：悪性と疑われる28症例に対する癌陽性率の内訳

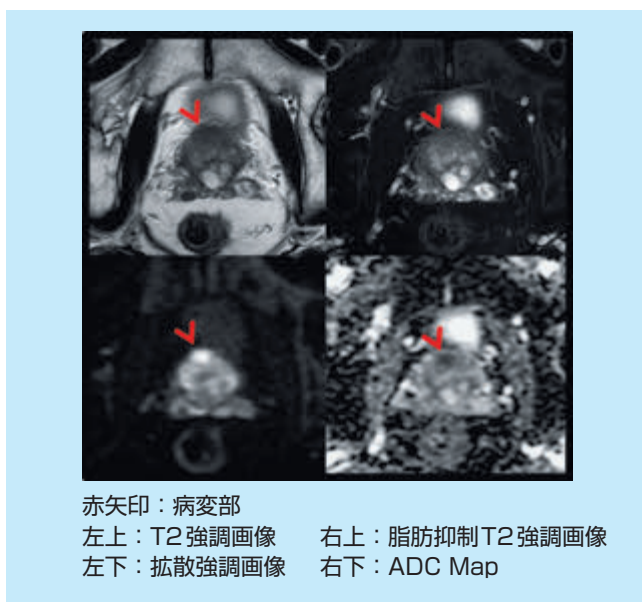


図17：術前MRI画像

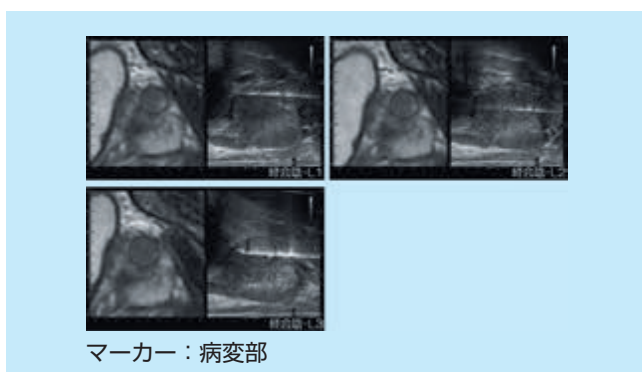


図18：狙撃穿刺時のRVS画像

得られた病理標本より Moderately differentiated acinar adenocarcinomaと診断された。針占拠率は90%、Gleason score 4 + 4 = 8であり、RVSガイド下前立腺生検が有用であったと考える。

7. 結語

経会陰式前立腺生検にRVSを適用するにあたり、基準線を用いる位置合わせ方法を考案した。基準線を用いることによって、バーチャル画像と超音波画像の相対的な位置関係を視覚的に把握できるため、位置合わせが容易になり、効率良くRVSガイド下前立腺生検を施行できるようになった。

- ※1 Real-time Virtual Sonography、※3 HI VISION Ascendusおよび Ascendusは株式会社日立メディコの登録商標です。
- ※2 ダヴィンチはインテュイティブ サージカル インコーポレイテッドの登録商標です。

参考文献

- 1) 宮川 友明, ほか : Real-time Virtual Sonographyを用いた前立腺生検の初期成績. 日本超音波医学会 第81回学術集会プログラム・講演抄録集, Vol.35, (Supplement) : S466, 2008.
- 2) Tomoaki Miyagawa, et al. : Real-time Virtual Sonography for navigation during targeted prostate biopsy using magnetic resonance imaging data. International Journal of Urology, 17(10) : 855-860, 2010.
- 3) 堤雅一, ほか : 泌尿器科領域の新しい診断技術 新しい前立腺癌の画像診断－バルーン圧迫法による組織弾性超音波とMRI-RVS－. 西日本泌尿器科 別冊, 73(6) : 291-297, 2011.