

HDI5000 SonoCT、XRESによる 甲状腺診断

Ultrasonographic Diagnosis of the Thyroid Gland with Innovative Technologies of HDI5000 SonoCT, XRES

福成 信博 Nobuhiro Fukunari

伊藤病院 外科 画像診断部

超音波診断は機器の改良に伴い、年々新たな進化の局面を迎えている。高周波数、高分解能およびフルデジタル化され、微細な形態をもリアルタイムに描出することが可能となり、細い血管の低速血流の超音波ドプラ法をはじめとした新たな血行動態の観察にも臨床応用されてきている。今回HDI¹5000の最新バージョンを用い、Panoramic Viewの臨床応用および甲状腺疾患におけるContrast USの評価を行い、十分満足できる結果が得られた。また、SonoCTTM、XRESTMを用いることにより、B-modeにおいても、極めて高い分解能を得ることができ、病理像との対比も可能であった。USを用いたInterventionにおいても針先の確認が容易であり、腫瘍血管の血流遮断を目的としたTargeting PEI therapyにおいても、これらの新技術の臨床的有用性は明らかであった。今後さらなる甲状腺疾患の診断、治療に大きな役割を果たすことができるものと考えられる。

The development of diagnostic ultrasonography(US) has been marked by a series of major technological steps. The most recent technological development likely to have a major impact is the introduction of methods to process both tissue and flow data simultaneously from the backscattered ultrasound signal. As clinical evaluation of new techniques for thyroid disease, HDI¹ with SonoCTTM and XRESTM have enough ability to detect fine micro calcification in papillary cancer of the thyroid, which any imaging modalities could not reveal the real shape and contractors. Panoramic View can easily demonstrate the whole neck structure, which images are relatively similar to images of CT or MRI. Use of XRES technology, which newly developed adaptive filter processing technique, absolutely high-resolution imaging can be obtained.

US guided intervention has accepted as a usual clinical tool and clear visualization of needle tip is needed for effective and safe procedure. SonoCT have a definite benefit for visualization of the needle tip for this intervention. Using high sensitive color-Doppler imaging of HDI5000, targeting PEI therapy, which aiming at attenuation of feeding artery can be easily and safely performed. These newly developed technologies can play more important roles of US diagnosis and intervention.

Key Words: Ultrasound, SonoCT, XRES, PEIT, Thyroid

1. はじめに

HDI¹5000はこれまでも卓越した画像分解能から、臨床的に高い評価を受けてきた。今回SonoCTTMに加え、Post processの処理によって、認識しやすい形での画像処理を可能としたXRESTMの搭載により、さらにその臨床的有用性は高まり、また近年開発されてきたPanoramic Viewに関しても、処理速度の向上、画像結合技術の進歩は目覚ましい¹⁾。ここではこれらの新技術により得られた画像を供覧するとともに、従来の画像との比較を行う。また、超音波下穿刺吸引細胞診やエタノール局注療法(PEIT)における臨床的な検討を行うとともに、超音波造影剤 Levovist²を用いた甲状腺疾患におけるContrast USの臨床応用とその可能性について述べる。

2. Panoramic View

Panoramic Viewは、高周波リニアプローブを長軸方向にスライド走査することで、体幹部、四肢表在性部の組織を連続的な画像として捕らえるものである。当初は画像構築における処理速度の問題もあり、平坦な四肢表面の観察などが主体であったが、HDI5000におけるPanoramic Viewは半円上を描く頸部という走査範囲で、しかも突出した腫瘍性病変を有する症例でも十分に画像を構築可能である。図1-Aは甲状腺右葉6cm大の腫瘍(Adenomatous nodule)であるが、通常のB-modeのみではその全体像の把握は困難である。図1-Bは同一症例のPanoramic Viewであるが、CTなどのModalityと同様に周囲組織との関連も容易に理解しやすい。走査そのものは、開始当初は技術的な慣れが必要であるが、われわ

れはRoutine検査の一環として導入し、従来の検査時間と同等または短縮して施行可能な状況となってきた(図2)。

3. SonoCT、XRES

SonoCTとは、デジタルビームフォーマーにより超音波ビームを最大9方向に走査し、リアルタイムに空間合成することにより、より多くの情報を得ると同時にノイズの低減を行う技術であり、ランダムあるいは角度に依存するアーチファ

クトは低減される。実際に甲状腺疾患における応用でも、石灰化における後方エコーの変化は明らかである。図3-Aは甲状腺乳頭癌の石灰化像を描出した従来のメカニカルアークスキャン像であり、後方エコーは垂直に欠損している。一方、同一症例を描出した図3-BのSonoCTでは、後方エコーは深部が絞り込まれた逆三角形の減衰を呈していた。あきらかに多方向からビームが送信された結果である。またLateral shadowなどの従来の超音波診断において重要視されていた超音波の二次的な所見そのものが変化していた。音波の減衰により今まで見えなかった部位にもSonoCTは描出可能であった(図4-A、4-B)。

XRESは、方向・パターン・強度などといった領域に適合した最適なエンハンス技術を選択する技術であり、ピクセルレベルで超高速動作する演算処理が可能となって完成されたTechnologyである。XRESは高い適応性があり、大幅に組織パターンの視認性を改良し、境界・構造物・辺縁の検出と強調補正するとともに、スペckルノイズ・散乱・かすみなど超音波画像のアーチファクトを認識し低減することが可能である。高周波を用いる甲状腺の領域においても、この技術は大いに効果を現し、実質内部の微細な構築までも可視化可能である(図5)。

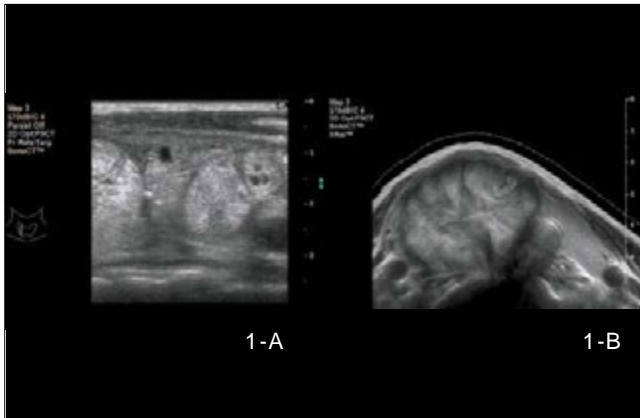


図 1-A : 電子リニア走査 : 甲状腺腫瘍部
図 1-B : Panoramic View



図 2 : Panoramic View パセドウ病にともなう甲状腺腫瘍

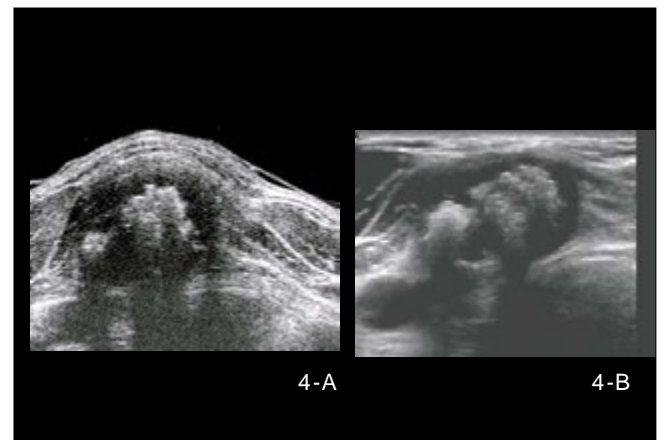


図 4-A : Mechanical arc scan : Papillary cancer
図 4-B : SonoCT、XRES

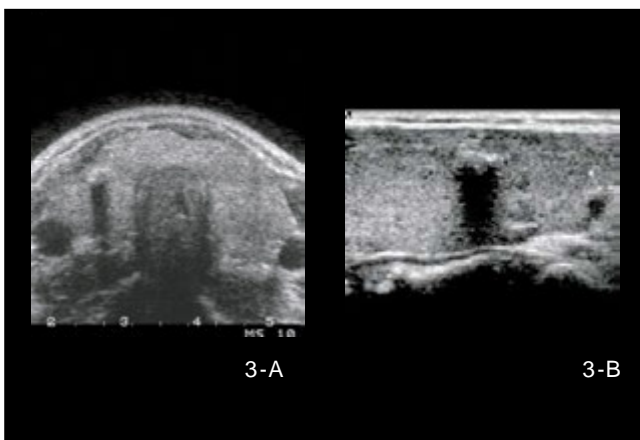


図 3-A : Mechanical arc scan : 甲状腺右葉の石灰化をともなう乳頭癌
図 3-B : SonoCT imaging

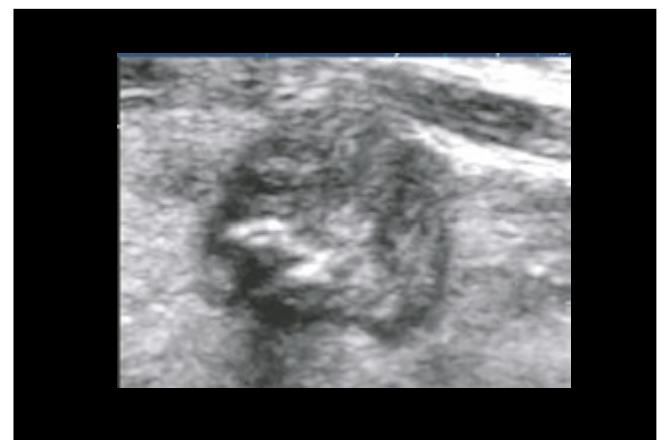


図 5 : 甲状腺乳頭癌

4 . Microscopic mode

SonoCTおよびXRESを用いて得られたデジタル画像は、拡大、HD zoomを行うとその画像分解能はさらに際立ったものとなる。従来超音波B-modeの究極の姿は病理組織における「ルーベ像」と考えられていたが、高い分解能を維持したまま画像の拡大が可能となり、50 μmほどの微細な石灰化像も超音波で表すことが可能になった(図6-A、6-B)。また、

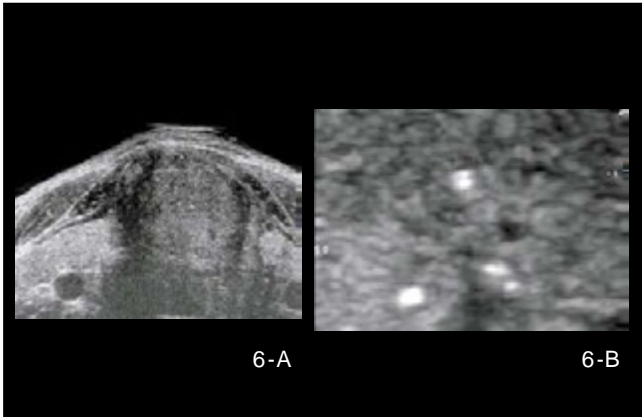


図 6-A : Mechanical arc scan : 甲状腺乳頭癌
図 6-B : XRES、HD zoom : 乳頭癌における微細石灰化像

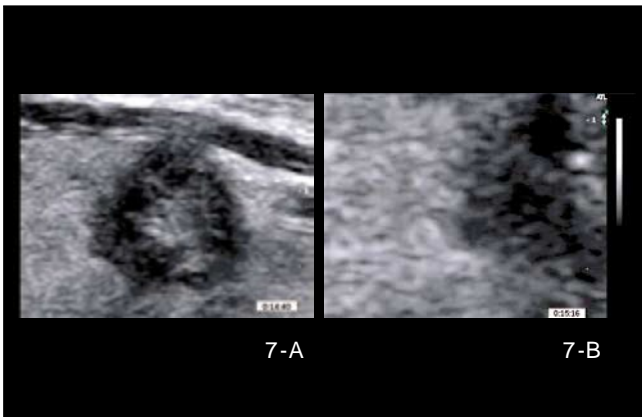


図 7-A : SonoCT、XRES : 甲状腺乳頭癌
図 7-B : 拡大像 : 腫瘍境界部のSpicula状変化

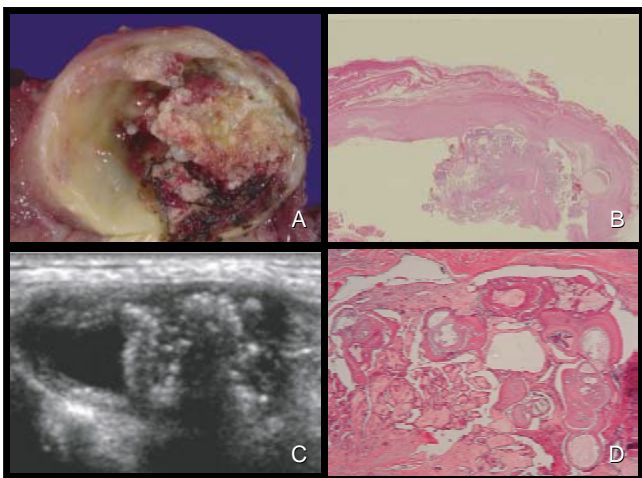


図 8-A : 甲状腺乳頭癌剖面像
図 8-B : ルーベ像
図 8-C : XRES
図 8-D : HE x 100

腫瘍境界部の形状に関しても、乳頭癌症例において周囲の甲状腺実質内部に浸潤性増殖をする「Spicula状」変化が、あたかも病理像と同様に表すことができた(図7-A、7-B)。これらは従来の超音波B-modeでは捕らえ切れなかった形態的所見であり、他のmodalityでも画像診断上認識は困難であった。SonoCT、XRESといった新たな技術の開発が画像診断と病理診断の架け橋になるものと考えられ、超音波における形態学の新たな可能性を開くものと考えられる²⁾(図8)。

5 . US guided intervention

高い分解能と内部の血流情報を表示できる超音波機器の普及に伴い、USガイド下穿刺吸引細胞診(US guided ABC)およびエタノール注入療法(PEIT)が臨床応用されてきている。ABCならびにPEIT施行においては、超音波下に穿刺針の確認が最も重要である。しかしながら超音波ビームが絞り込まれた最新機種においては、以前の機種に比べ、かえって針先が見えにくくなるといった皮肉な局面も存在する。超音波ビームを最大9方向に走査し、リアルタイムに空間合成するSonoCTはこのような場合に画期的な効果をもたらすものと考えられる(図9)。

また、われわれはPEITにおいて腫瘍栄養血管の血流遮断を目標とした「Targeting PEIT」を基本としている³⁾。腫瘍

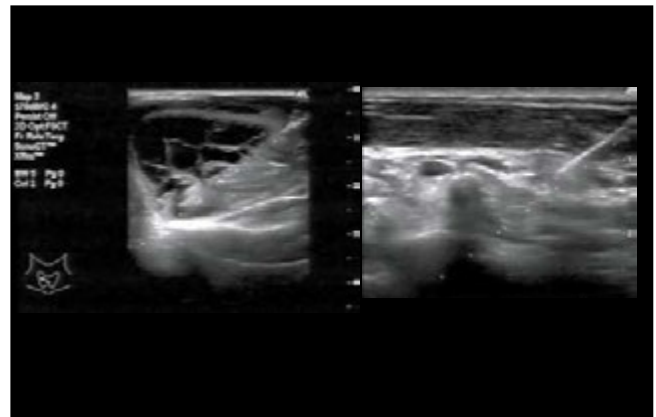


図 9 : USガイド下穿刺術

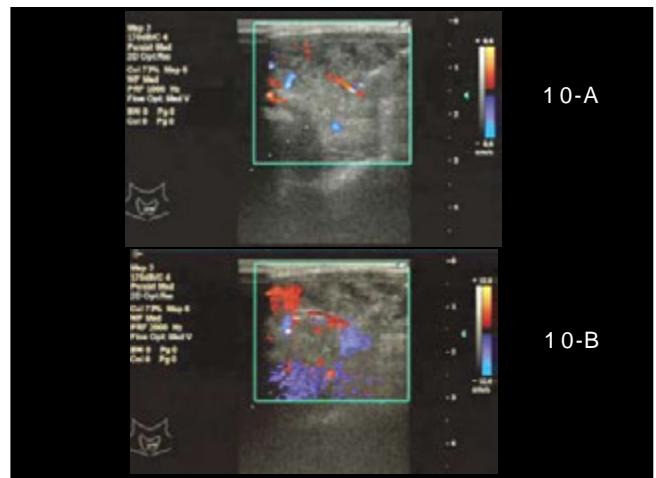


図 10-A : Color Doppler guided PEIT
図 10-B : Ethanol注入

体積から Ethanol 注入量を想定し注入する従来の方法と異なり、ドブラガイド下に腫瘍血流を遮断できる最小注入量を目指しており、従来の方法より少ない注入量で、さらに高い効果が得られるものと思われる。そのためには十分なドブラ感度も必要とされる。また、治療効果判定として施行前後の腫瘍血流の評価が重要であり、超音波造影剤を用いた新たな効果判定も今後の課題である⁴⁾⁵⁾(図10-A、10-B)。

6. 甲状腺における Contrast US の臨床応用

超音波診断における造影剤は、肝臓や心筋における超音波診断および病態の解明にあらたな局面を切り開きつつある。血流豊富な甲状腺においても、超音波造影剤の臨床応用が期待されているが、高周波超音波における Harmonic imaging の機械的条件からくる困難さと、従来のドブラ法で十分な感度が得られており、ドブラ信号の増強効果のみの目的としては、造影剤を必要としなかったことから、甲状腺においては他臓器に比べその開発や臨床応用は遅れていたことは否めない事実である。しかしながら技術の進歩に伴い、甲状腺疾患においても空間分解能に優れ、組織血流(Perfusion)情報を動的に観察可能な Gray scale harmonic imaging の臨床応用が始まってきている。現状では本邦で認可されている超音波造影剤は galactose の微粒子である Levovist(Schering AG,

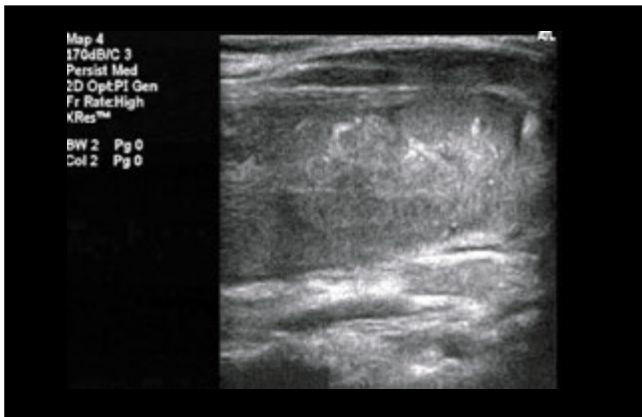


図 11 : Levovist 注入早期相 : 甲状腺濾胞性腫瘍

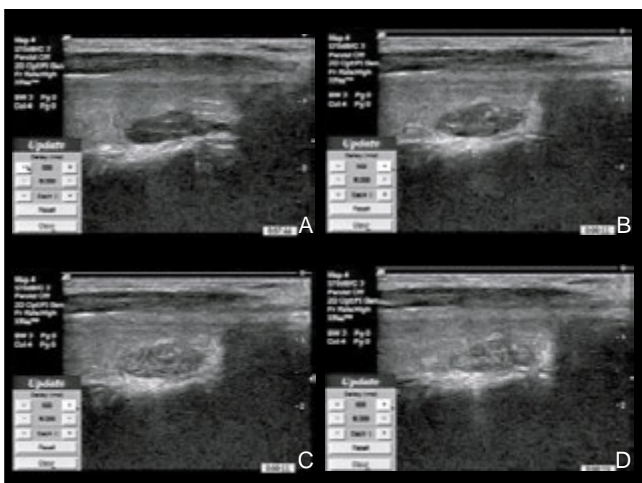


図 12 : 副甲状腺腫瘍の造影超音波所見

A : Levovist 注入前 B : 15 s
C : 20 s D : 30 s

Berlin, Germany)のみであり、その Micro-bubble は非常に壊れやすく、高周波では十分な画像が得られなかったが、今回 HDI5000、XRES においては、Pulse-inversion 法を用いて、Levovist bolus injection 早期相で腫瘍血管構築をリアルタイムに観察可能となり(図11)、また後期相においては、間歇送信を用いて perfusion image を得ることが可能となった(図12)。今後、腫瘍血管構築、PEIT後の治療効果判定、機能性病変との対比など甲状腺疾患における Contrast harmonic imaging の臨床的有用性がさらに明らかなものとなることが期待される⁶⁾⁷⁾。

7. まとめ

HDI5000の最新 Version である SonoCT と XRES の組み合わせは、きわめて高い画像分解能から、超音波診断そのものを従来の形式から進化させていく可能性を秘めた技術といつてよいと思われる。超音波による形態学と病理組織所見の対比は、これまで超音波の課題であったが、さらに一段進歩した形での掛け橋となるものと思われる。また、通常検査において全体の構築が把握しやすい Panoramic View の完成度は高く、これまでわれわれが高く評価していたアナログアニュラレー水浸式機械走査の像と同等かそれ以上の画質が得られてきている。一方、Intervention の局面においても有用性が高い。そのうえ、Contrast harmonic imaging も可能となり、超音波における Routine Work から精査までもきわめて高い精度で可能とする画期的な high-end machine と考えられた。

1 HDI は米国 ATL ULTRASOUND Inc. の登録商標です。

2 Levovist は独国 SCHERING 社の登録商標です。

参考文献

- 1) Cooperberg PL, et al : Extended field-of-view ultrasound. *Seminars in Ultrasound, CT, and MRI*, 22 : 65-77, 2001
- 2) Beugliet CC, et al : New high-resolution ultrasound evaluation of diseases of thyroid gland. *JAMA*, 21 : 2941-2944, 1983
- 3) Fukunari N : The role of ultrasonography and color Doppler sonography in the diagnosis of thyroid disease. *Thyroidal. Clin. Exp*, 10 : 97-101, 1998
- 4) Monzani F, et al : Surgical and pathological changes after percutaneous ethanol injection therapy of thyroid nodules. *Thyroid*, 12 : 1087-1092, 2000
- 5) 福成信博 : 超音波ガイド下穿刺吸引細胞診と経皮的エタノール注入療法. *臨外*, 56 (10) : 1313-1320, 2001
- 6) 福成信博 : 甲状腺 PEIT の臨床的評価-超音波造影剤を用いたカラードブラ下 PEIT. *日外科系連会誌*, 27 (1) : 6-11, 2002
- 7) 福成信博 : 甲状腺腫瘍における造影エコー法. *映像情報 Medical*, 33 (5) : 478-481, 2001