

ATIの活用と検査精度の向上について

松田美津子／山寺幸雄

福島県立医科大学附属病院 検査部

Key Words

- Attenuation imaging
- nonalcoholic fatty liver disease
- nonalcoholic steatohepatitis

ATI (Attenuation imaging) は肝の脂肪化量の客観的測定が可能であり、NAFLD/ NASHにおける脂肪化診断への活用が期待されている。ATI測定は簡便であるが、計測部位によって大きく数値が異なるため、精度の高いデータを得るためには計測に適する画像を理解しておく必要がある。計測は「肝表面直下の多重反射を避けた中央寄りのできるだけ浅い部位」が最適であり、測定深度の影響を受けるため、経過観察では前回と同程度の深度で計測するように心がける。

はじめに

近年開発されたATI (Attenuation imaging) は肝の脂肪化量を客観的に測定することが可能であり、NAFLD/NASHにおける脂肪化診断への活用が期待されている。また、SWE (Shear wave elastography)、SWD (Shear wave dispersion) との併用により線維化の評価を行うことができることからリスク評価として注目されている。これらは同一の超音波装置に搭載されており腹部超音波検査時に一緒に計測できるため検査効率の面からも優れている。

当院では3年前から装置を導入して有用性を発揮している。ATI測定は簡便であるが、精度の高いデータを得るためには計測に適する画像を理解しておく必要がある。そこで、測定時の注意点を含めた運用について紹介する。

■超音波装置

機種：Aplio i800 (キヤノンメディカルシステムズ社)

探触子：i8CX1 (コンベックスプローブ)

ATIの原理

ATIは組織における超音波の減衰を利用し、脂肪化の程度を定量評価している。抽出した信号の傾きをとることで減衰係数を算出し、得られた減衰係数をカラーマッピング表示している。

ATI測定の実際

1. 計測条件

計測部位は右肋間にて肝右葉での測定が安定したデータが得られる。軽く息止めをして太い脈管や腫瘍を避けてROIを設定する。計測回数は検討などに用いる場合は10回程度行うことが多いが、ルーチン検査では5回程度の測定で中央値または平均値で採用するなど施設で統一する。1回の息止めで1～2回の画像を得ることが可能であり、1分程度で測定が終了する。

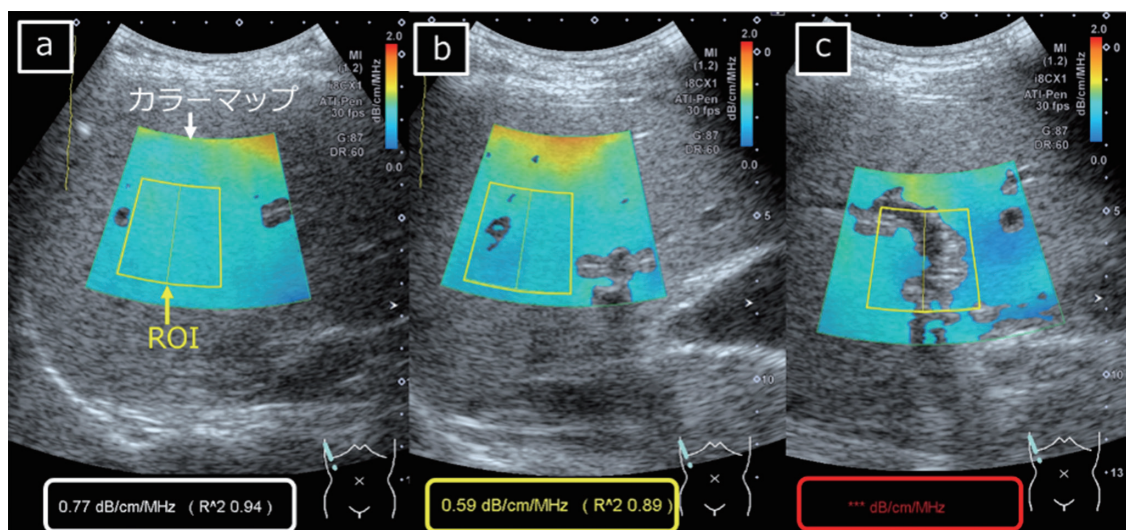


図1 ATI計測の精度

- a: 白 信頼性が高い
- b: 黄 信頼性がやや低い
- c: 赤 信頼性が低い(不採用)

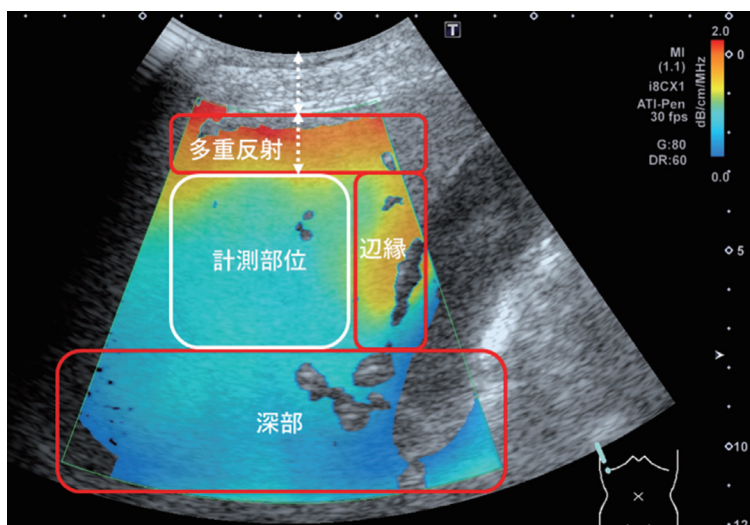


図2 ATIの計測部位

白枠が計測に適している。赤枠の肝表面直下の多重反射、肝辺縁、深部は避ける。

2. ATI値の精度向上について

ROI内にある脈管などは自動的に計測から除外されるようになっているが、多くを占めると精度が落ちるためできる限り含まないようにする。計測に適する画像であるか否かは画面に表示される計測値の文字の色分けで判断できる。「白文字」は信頼性が高く、「黄文字」は信頼性がやや低いが採用可能である。「赤文字」は信頼性が低いため採用しない(図1)。カラーマップは通常ROIと同サイズに設定されているが、慣れるまではカラーマッ

プを広く設定し、目視で最適な部位にROIを置くと良い。

さらに、ATIは画面上の計測部位で大きく数値が異なるため注意が必要である。計測に適した部位は「肝表面直下の多重反射を避けた中央寄りのできるだけ浅い部位」である(図2)。また、ATI測定に適さない部位を示す。カラーマップ内では減衰係数がカラー表示されるため除外すべき部位を可視的に判断することが可能であり、周囲より逸脱したカラー部分は計測を避けるべきである。

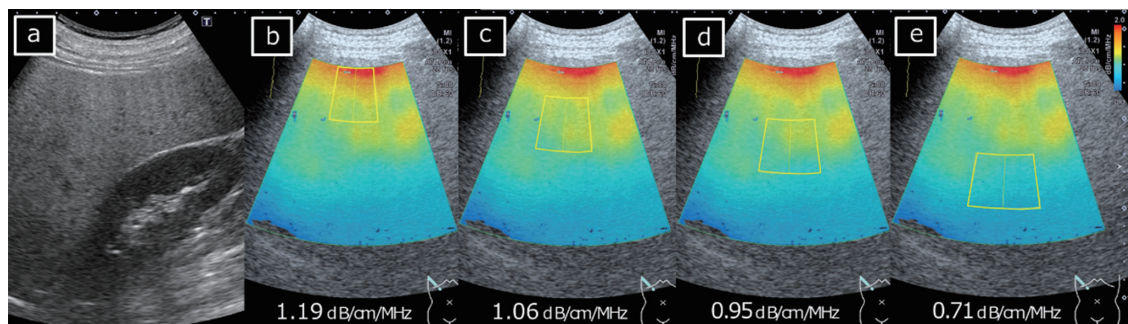


図3 計測深度とATI

- a: Bモードにて高度脂肪肝
- b: 多重反射を含み高値となる。(過大評価)
- c: Bモードの高度脂肪肝と一致する。(妥当)
- d: 深部を一部含み若干低値となる。(過小評価)
- e: 深部のため全体的に減衰し低値となる。(過小評価)

まず、肝表面直下は皮下組織の多重反射を含み赤から橙色で表示されており除外する。また、胆嚢と接している境界付近などはサイドローブを含み周囲より橙色が強くなっており計測を避ける。また、深部は均一であっても全体的に超音波が減衰しており低値になるため測定に適しない。

ATIは特に計測深度の影響を受ける。図3は減衰係数の分布をわかりやすくするために肝右葉全体にカラーマップを広げて置いたものである。bは肝表面に近く多重反射を含むため高値(過大評価)となっている。多重反射の厚さはおおよそ皮下組織の厚みと同程度であるが、皮下組織の輝度が高いと多重反射の幅も若干厚くなるので画像を確認しながら適宜判断する。cは多重反射を避けた浅い部位でありBモード上の重症度とほぼ合致している。dはcより約1cm深部であるが、深部を含むことにより若干低値となっている。eは深部のため全体的に減衰しており低値(過小評価)となっている。

3. ATIによる脂肪肝の拾い上げ

Bモードでは診断が困難とされている軽度の脂肪肝(肝細胞全体の30%以下の脂肪蓄積)がATIでは検出可能とされている。Tadaらは148例の慢性肝疾患の肝生検で求めた脂肪化でATIの脂肪化(5%)以上を検出するCut-off値は0.66 (dB/cm/MHz) (AUROC 0.85)と報告している¹⁾。

4. ATIによる経過観察

NAFLDの経過観察においてBモードのみでは脂肪肝の軽微な変化をとらえることは困難であるが、ATIを用いることで評価が可能となった。また、程度を数値化することで患者への治療に対する意識付けにも活用できている。

経過観察での注意点としては、測定深度によって数値が異なることがあるため、前回の画像を参照して同程度の深度で計測するように心がける。

次の2症例は1年後の経過観察にてBモード上の変化はわずかであったが、ATIによって変化をとらえることが可能であった。

【症例1】脂肪肝の改善(図4)

50代、女性。Ⅱ型糖尿病。積極的な運動により肝機能が改善するとともに、ATI平均値は0.72 (dB/cm/MHz) から1年後には0.59 (dB/cm/MHz) と低下した。

【症例2】脂肪肝の進行(図5)

60代、女性。BMI26.1、Ⅱ型糖尿病。減量がなかなかできておらず、1年後の経過にて肝機能が上昇し線維化の進展の目安であるFIB-4indexが1.37から1.51と上昇するとともに、ATI平均値は0.75 (dB/cm/MHz) から0.89 (dB/cm/MHz) と上昇した。

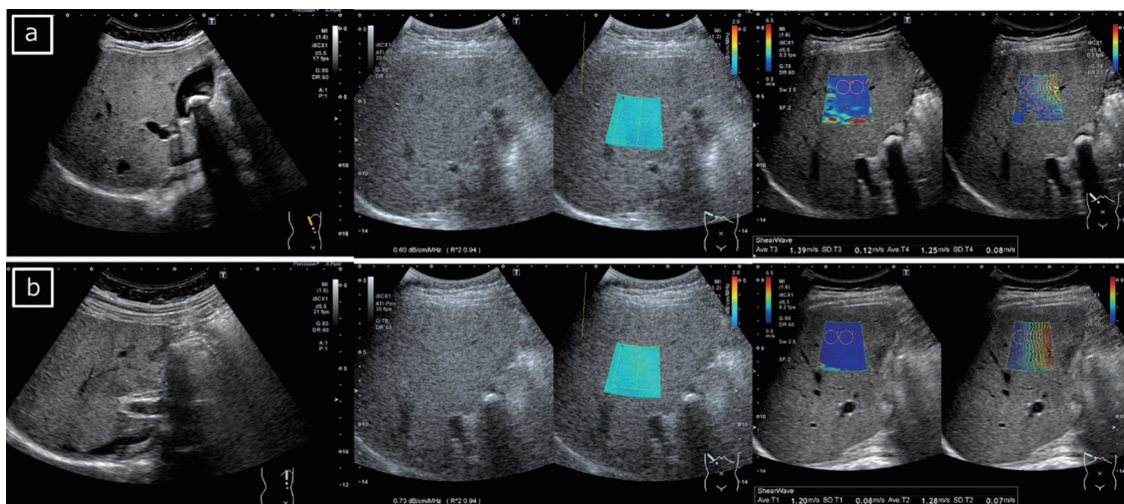


図4 【症例1】脂肪肝の改善

a : AST26 (U/l)、ALT35 (U/l)、ATI平均値0.72 (dB/cm/MHz)、SWE平均値1.28 (m/s)

b : 1年後 AST20 (U/l)、ALT18 (U/l)、ATI平均値0.59 (dB/cm/MHz)、SWE平均値1.28 (m/s)

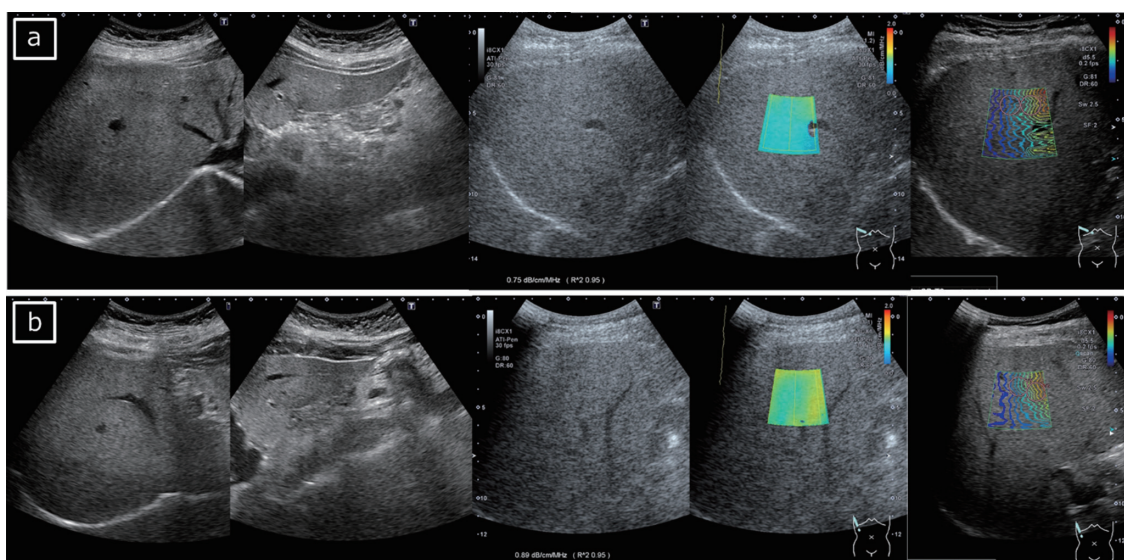


図5 【症例2】脂肪肝の進行

a : AST20 (U/l)、ALT22 (U/l)、ATI平均値0.76 (dB/cm/MHz)、SWE平均値1.26 (m/s)

b : 1年後 AST29 (U/l)、ALT36 (U/l)、ATI平均値0.89 (dB/cm/MHz)、SWE平均値1.31 (m/s)

5. SWE・SWDとの併用

NAFLD/NASHの予後には肝線維化の評価が重要であるが、脂肪肝ではBモードにおいて実質の粗造の判断が難しくなる。SWEは肝臓における剪断波の伝搬速度を計測より肝硬度の評価が可能であり、SWDは伝搬した剪断波のプッシュパルス周

波数依存性を解析して粘性の評価が可能となった。Sugimotoらは、SWDは壊死性炎症との関与があると報告しており²⁾、今後の詳細な解明が期待される。ATIにSWE・SWDを併用することで、より早期に線維化リスクの拾い上げが可能となり有用性を発揮している。また、これらは一台の装置

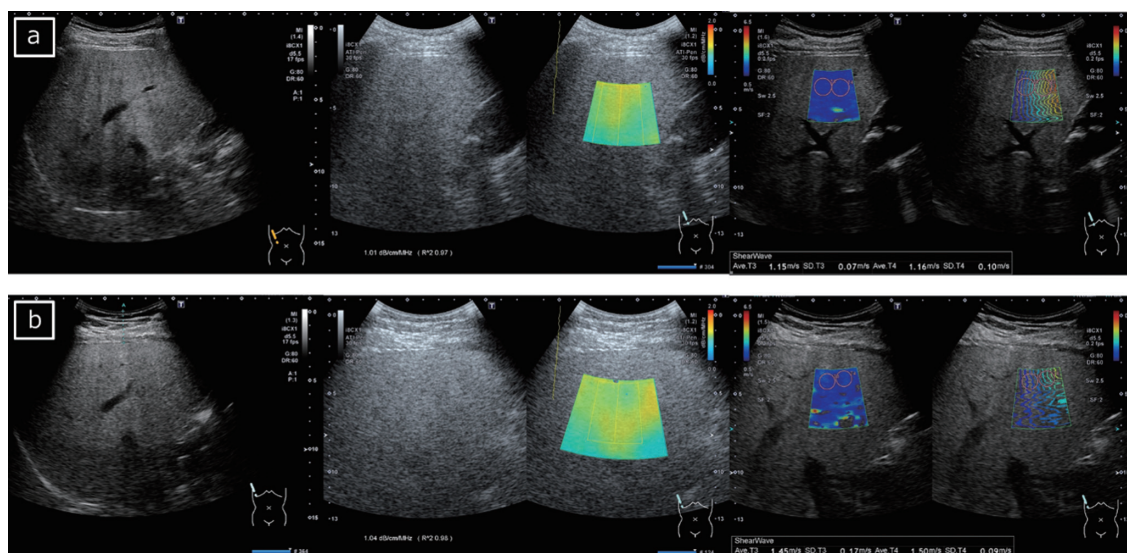


図6 ATIとSWEの併用による評価

a : SWE正常例、ATI平均値 1.03 (dB/cm/MHz)、SWE平均値 1.22 (m/s)、SWD8.9 ((m/s) kHz)
b : SWE高値例、ATI平均値 1.01 (dB/cm/MHz)、SWE平均値 1.45 (m/s)、SWD14.1 ((m/s) kHz)

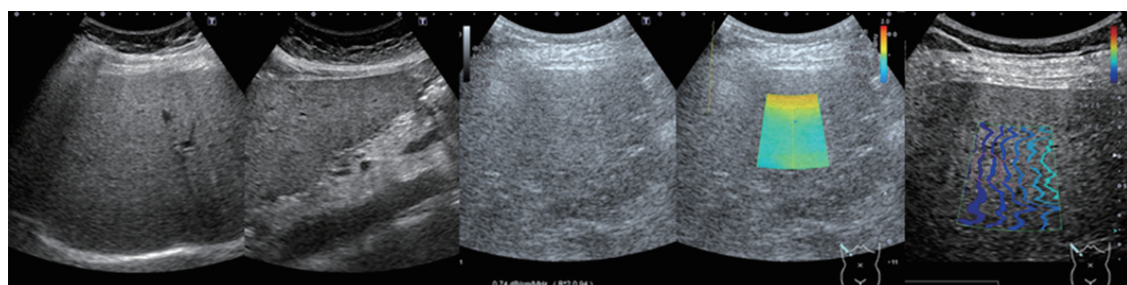


図7 【症例3】NASH肝硬変

60代女性：AST39 (U/L)、ALT35 (U/L)、PLT $128 \times 10^3/\mu\text{L}$
ATI平均値 0.74 (dB/cm/MHz)、SWE平均値 2.14 (m/s)、SWD21.4 ((m/s) kHz)

に搭載されているため効率よく検査を進めることができる。

図6はATIが同程度でBモードも類似している2症例であるが線維化の程度に差がみられる。症例aはATI平均値 1.03 (dB/cm/MHz) の高度脂肪肝であるがAST22 (U/L)、ALT30 (U/L)、SWE平均値 1.22 (m/s)、SWD8.9 ((m/s) kHz) と正常範囲であった。一方、症例bはATI平均値 1.01 (dB/cm/MHz) の高度脂肪肝とともに、AST35 (U/L)、ALT65 (U/L)、SWE平均値 1.45 (m/s)、SWD14.1 ((m/s) kHz) と上昇しており線維化が進む可能性が示唆されるため慎重な経過観察が必要である。

【症例3】NASH肝硬変(図7)

60代、女性。Ⅱ型糖尿病。6年前からNASH疑いで治療中。Bモードで肝は中等度の脂肪肝であり実質粗造を認める。AST39 (U/L)、ALT35 (U/L)、PLT $128 \times 10^3/\mu\text{L}$ 、ATI平均値 0.74 (dB/cm/MHz)、SWE平均値 2.14 (m/s)、SWD21.4 ((m/s) kHz) と高値を呈した。FIB-4 indexは3.45と高値であった。

【症例4】Burned out NASH症例(図8)

70代、女性。147cm、61kg、BMI 27.2。他院にて以前より脂質異常症、脂肪肝を指摘されていた。AST26 (U/L)、ALT18 (U/L)。肝縁は軽度鈍化

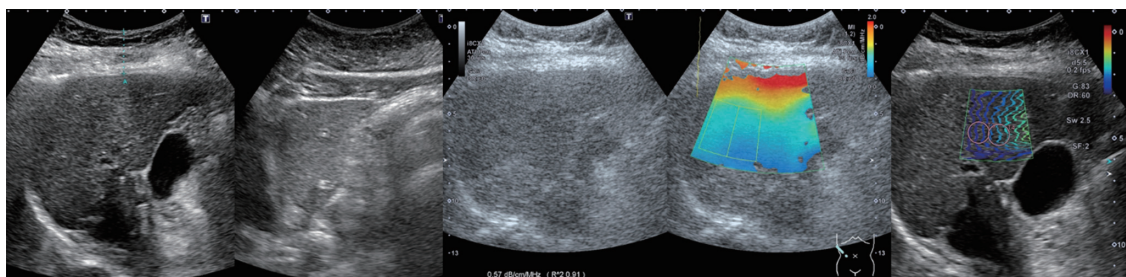


図8 【症例4】Burned out NASH

70代女性：ATI平均値0.59 (dB/cm/MHz)、SWE平均値1.62 (m/s)、SWD12.1 ((m/s) / kHz)

を認めたが、Bモードで脂肪肝の所見なくATI 0.57 (dB/cm/MHz) と正常範囲であった。しかし、SWE平均値1.62 (m/s)、SWD12.1 ((m/s) / kHz) と上昇を認め線維化が疑われた。追加検査でヒアルロン酸94.8 (ng/mL)、IV型コラーゲン7S 9.3 (ng/mL) と上昇しており Burned out NASH であった。

おわりに

ATIはNAFLD/NASHにおける脂肪化の客観的評価に優れており、SWE・SWDと併用することで特に有用性を発揮している。精度向上にはATIの計測に適した部位を理解する必要がある。

参考文献

- 1) Tada T et al: Usefulness of Attenuation Imaging with an Ultrasound Scanner for the Evaluation of Hepatic Steatosis. *Ultrasound in Medicine & Biology* 45 (10): 2679-2687, 2019
- 2) Sugimoto K et al: Viscoelasticity Measurement in Rat Livers Using Shear-Wave US Elastography. *Ultrasound Med Biol* 44 (9): 2018-2024, 2018

・本投稿のコメントや数値については、お話を伺った松田美津子先生のご意見・ご感想が含まれます。
・記事内の製品に関する薬機情報は以下の通りです。

一般的名称：汎用超音波画像診断装置
販売名：超音波診断装置
Aplio i800 TUS-AI800
認証番号：228ABBZX00021000

一般的名称：手持型体外式超音波診断用プローブ
販売名：コンベックス式電子スキャンプローブ
i8CX1 PVI-475BX
認証番号：228ABBZX00023000