

超音波速度変化法を用いた経皮的ラジオ波焼灼術 (RFA) における焼灼モニタリング

Monitoring radio-frequency ablation with ultrasonic velocity-change method

○坪井新¹, 犬塚裕哉¹, 園田華¹, 松山哲也¹, 和田健司¹, 岡本晃一¹, 松中敏行², 森川浩安³, 堀中博道¹

¹ 阪府大院・工, ² TU 技術研究所, ³ 阪市大・医

○A. Tsuboi¹, Y. Inuzuka¹, H. Sonoda¹, T. Matsuyama¹, K. Wada¹, K. Okamoto¹, T. Matsunaka², H. Morikawa³, H. Horinaka¹

¹ Osaka Pref. Univ., ² TU Research Laboratory, ³ Osaka City Univ.

E-mail: tsuboi0618@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

我々は、超音波が媒質中を伝搬する際に、その速度の温度依存性が媒質によって異なるという特性を利用して、生体内の脂肪領域を描出する超音波速度変化法 (Ultrasonic Velocity-Change Imaging, 以下 UVC 法) について研究を進めてきた。この UVC 法は生体組織の深部体温の検出に適用できる可能性がある。肝癌などの治療では、経皮的ラジオ波焼灼術 (Radio Frequency Ablation, 以下 RFA) が用いられており、UVC 法を適用すれば、深部組織の焼灼による温度分布やその時間変化を検出できる可能性がある。そこで本研究では、RFA における焼灼モニターをめざした基礎実験を行ったので報告する。

2. 肝臓組織中の超音波速度の温度依存性

牛の摘出肝の一部を長さ 50 mm の樹脂製の管に詰め、両端に 5 MHz 超音波トランスデューサを配置し、超音波の送受信測定を行った。試料を恒温槽内に設置し、水温を 35 °C から 70 °C まで変化させたところ、超音波速度は Fig. 1 に描く温度特性を示した。約 50 °C を境にそれ以下では温度上昇に対して超音波速度は速くなり、それ以上の温度領域では逆に遅くなることが示された。

3. 牛の摘出肝を用いた RFA 実験

牛の摘出肝を用いて RFA 実験を行った。加熱領域の長さが 20 mm の電極針を摘出肝の中心部に挿入し、摘出肝の上面に超音波アレイトランスデューサ (7.5 MHz) を設置した。焼灼開始から焼灼終了の約 10 分後まで約 5 秒ごとに超音波エコー画像を取得し、近接するエコー画像の差分情報として、後処理により UVC イメージを描出した。

4. RFA 実験結果

Fig. 2 に焼灼終了後の温度緩和期間における UVC イメージの一例を示す。×印は電極針の位置である。図中の赤色および青色は、温度緩和時 (温度下降時) に超音波速度が速く、または遅くなった領域をそれぞれ示している。焼灼終了後には電極針付近に水分の流入があるため、赤色、青色領域が混在したイメージが得られているが、両者とも高いコントラストを示すことから、この付近の温度変化量が大きいことがわかる。その上側に描かれた赤色と青色領域の境界 (点線) は、Fig. 1 の結果から温度約 50 °C の等温線に対応し、赤色領域は 50 °C 以上、青色領域は 50 °C 以下の温度であることがわかる。以上より、RFA の焼灼モニターに UVC 法が適用できる可能性が示された。今後は、焼灼開始からの温度変化を見積もることにより、生体深部の温度分布の検出を行う予定である。

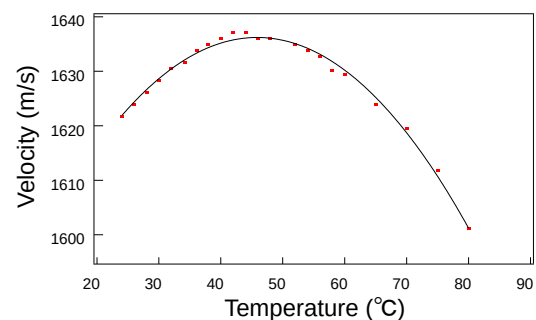


Fig. 1. Temperature dependence of the speed of ultrasonic wave propagated in beef liver.

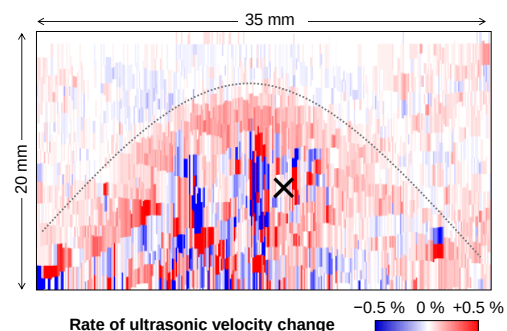


Fig. 2. UVC image of beef liver during RFA.