

# COMPARISON OF ULTRASONOTOMOGRAPHS OF PIG LIVERS<sup>+,1</sup>

by  
Elizabeth Kelly\*  
Daitaro Okuyama\*\*  
William Fry\*

(Co-researchers, Gene Leichner\*\*\* and Francis Fry\*)

\* Interscience Research Institute and Biophysical  
Research Laboratory, University of Illinois

\*\* Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

\*\*\* Interscience Research Institute

In general adult pig liver has a strong connective tissue structure and in that respect is different from most other mammalian species. We found a difference in the character of the ultrasonotomographs obtained from pig and cat liver using sound of a frequency of 1 MHz and this paper is primarily concerned with describing these results. A schematic diagram of the arrangement is shown on Figure 1. The transducer is composed of transmitter, microphone and reflectors. Figure 2 is a photograph of the transducer assembly. The acoustic pressure half beam width in the focal region of 1 MHz ultrasonic frequency is 3 mm by calculation and 2.5 mm by measurement using the reflection from a 1.5 mm diameter steel ball.

The ultrasonic pulse width, which is obtained from the microphone waveform, is equivalent to 3 mm path length in water. The sensitivity of the acoustic system was standardized by use of a nylon thread target mounted perpendicularly to the axis of the ultrasonic beam. For each experiment essentially the same reflection pattern was obtained from the target (nylon thread) by adjusting the controls to predetermined positions.

Figure 3 shows ultrasonotomographs of an excised pig liver viewed two hours after removal from the animal - the patterns illustrated were obtained as follows: (a) sector scanning, (b) linear scanning, (c) compound scanning.

It is apparent that a number of reflections are obtained from the specimen with both sector and linear scanning but for the compound scanning there is a lack of sharpness in the reflection pattern. It may be that the latter effect is related to the fact that the distances between the "targets" are almost the same as the resolution, so that the targets are observed larger due to fading when scanned from multiple directions. But it is also possible that ultrasonic beam deflection, as the result of refraction at the water-specimen interface, may be the cause.

Figure 4 shows ultrasonotomographs of excised cat liver one hour following removal from the animal - (a) is the same condition as (a) of Figure 3 except that the camera stop is larger, (b) is the same condition as (b) of Figure 3. Comparing these pictures, one can conclude that very few reflections are seen from the interior of the cat liver in comparison with the number of reflections received in the case of the pig liver.

Figure 5 shows the difference in the livers of the two species demonstrated by photomicrographs at equal magnification of tissue sections - (a) pig and (b) cat (these are not the same specimens illustrated in Figure 4). In comparing these pictures with those of Figures 3 and 4, one observes: (1) the presence of connective tissue structure in Figure 5 (a) corresponding to the ultrasonic picture of Figure 3 and (2) the lack of such structure in Figure 5 (b) corresponding to the ultrasonic picture of Figure 4. However, these observations by themselves are not sufficient to permit one to conclude unambiguously that the connective tissue seen in pig liver is the source of the internal reflections<sup>2</sup>, but it is suggestive. Since the connective tissue may grow very rapidly just after cessation of the suckling period in the young pig, a number of experiments were carried out on a series of pigs ranging from early post suckling animals to

adults. Ultrasonic tomographic studies were made on these specimens including: detailed ultrasonic examinations of serial cross sections through the tissue in vivo, repeated examination of selected tissue sections after various periods of time to determine the permanence of the type of reflection pattern. Although this paper presents only a few examples of the type of ultrasonic pattern observed for liver it is apparent that further observations of the type described here are essential for precisely characterizing the relation between liver structure and the appearance of the ultrasonic tomograph.

- 1) This research was carried out at Interscience Research Institute of Champaign, Illinois and this paper includes results first reported at the 71st meeting of the Acoustical Society of America (June, 1966).
  - 2) It is possible that some pigs do not develop an extensive connective tissue structure in the liver because of the influence of various parameters such as: content of diet, environmental factors in breeding, and type of animal.
- + This research was partially supported by research grant CA 07043.

11-63 豚の肝臓の超音波断層像の比較について<sup>1)</sup>

エリザベス・ケリー, 奥山大太郎, ウィリアム・フライ

(協同研究者: ジーン・ライクナー, フランシス・フライ)

(イリノイ大學生物物理研究所, 東北大学電気通信研究所,  
 インターサイエンス研究所.)

一般に成熟した豚の肝臓は結合組織が非常に発達している, 他の哺乳動物と異なっている。<sup>2)</sup> そこで, 1 MHz のパルス超音波を用い, 豚と猫の肝臓について超音波断層像をとったところ明瞭な差違があらわれたので報告する。

用いた装置の音響系の略図はFig.1に示すようなもので, 送波用振動子, マイクロフォンおよびカセグレン式の反射系から成立している。Fig.2に実物の写真を示す。超音波周波数1 MHzを用いた時の焦点面上における音圧の半値幅は, 計算で約3 mm, 1.5 mm 径の鋼球からの反射波で測定した値では約2.5 mmである。また, マイクロフォンの出力波形から求められる超音波パルスの幅は約3 mmに相当している(いづれも水中における値)。

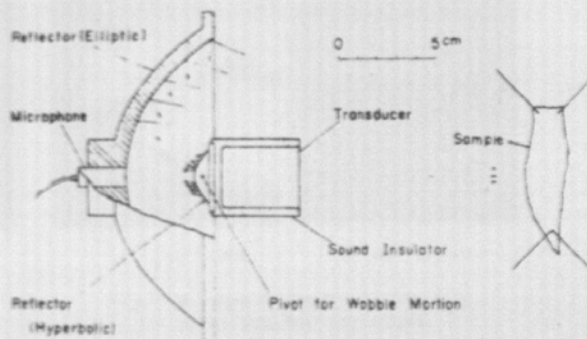


Fig.1 Schematic diagram of the acoustic arrangement.

装置全体の感度は, 音響系の焦点面で音波ビームに垂直に張った直径約0.15 mmのナイロン糸が, ある一定の反射像となる時をもって標準とし, それに対する送信パルスの強さ, 受信器の利得, プラウソンの輝度, 走査速度および写真の撮影条件などをもってあらわしている。これらの調整部の再現性は非常によく, 調節ダイヤルを同一目盛に設定することにより, 同じターゲット(例えば上述のナイロン糸)に対して, ほぼ常に完全に準しい反射像を得ることが出来る。

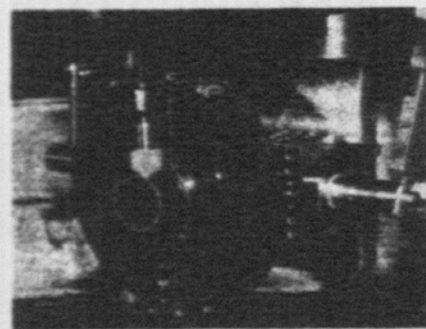


Fig.2 Photograph of the acoustic arrangement.

Fig.3は死後約2時間を経た豚の摘出肝臓の超音波断層像であって, (a)は扇形走査, (b)はB-走査, (c)は複合走査によって得られたものである。これを見ると扇形走査のみのもものと, B-走査のみのもものは細部は異なっているが試料内に非常に

1) 本研究はインターサイエンス研究所において行われたものであって,

The 71st Meeting of A.S.A., (June, 1966) において発表されたものの一部である。

2) 豚の種類, 飼料の種類ならびに飼育地などによって結合組織がそれ程発達しないものもありといわれている。

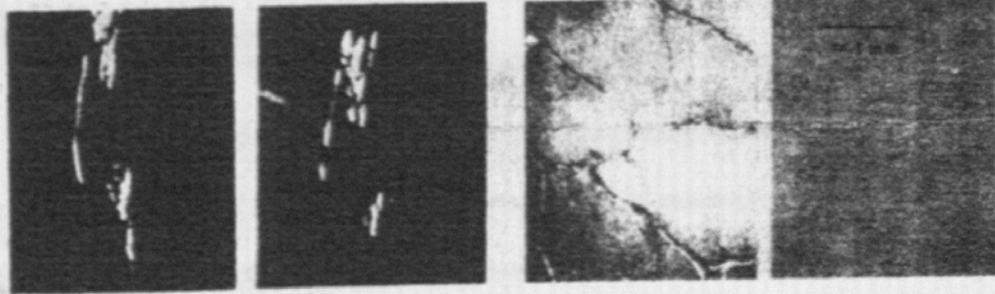
多くの小さい反射源を有する類似の像であるのに反し、複合走査のものは著しく細部の鮮明さを欠いている。これは主に試料内の小さい反射源間の距離が、分解能と同等であるため、複合走査によって同一反射体を各方向から探査した場合、



(a) sector scanning. (b) B-scanning. (c) compound scanning.

Fig.5 Echograms of the pig liver.

わゆるボアのため反射体が大きく観測されてしまうためと考



(a) sector scanning. (b) B-scanning. (a) pig liver. (b) cat liver.

Fig.4 Echograms of the cat liver. Fig.5 Microphotographs of the pig liver and the cat liver.

えらるが、試料と水との音速の違いによる超音波ビームの屈折なども僅かながら影響しているかも知れない。Fig.4は死後約1時間を経たぬ猪の摘出肝臓の断層像である。(a)は写真撮影時の絞りが半絞り大きい場合はFig.3(a)と同じ条件で、(b)はFig.3(b)と全く同じ条件で撮られたものである。これらをもれぞれ比較してみると猫の場合には豚の場合に存在していた多くの小さい反射源が著しく少ないことがわかる。同一試料のものではないが、顕微鏡写真によって組織の比較を行うとFig.5のようになる。(a)は豚、(b)は猫のものであって同一条件下で撮影されたものである。これらとFig.3およびFig.4の断層像をそれぞれ比較してみると、Fig.3の豚の断層像に対するFig.5(a)の顕微鏡写真では結合組織が著しく発達しているのに対してFig.4の猫に対するFig.5(b)の写真にはそれと認められない。豚の断層像にみられる多くの小さい反射源が結合組織に起因するのかどうかは、これだけの観測結果からは決められないが、このような組織の違いが超音波断層像に特徴を与えているということは出来るであろう。この結合組織は離乳後急激に発達するといわれているので、離乳直後から成熟したものまで数種の豚の肝臓に対しても観察がなされた。また、同一試料について多くの平行な断層像を求め、ある程度立体的な観察もなすべく試みたほか、再現性についても検討が行われた。

本報告は、生体組織の超音波断層像による観察の一例にすぎないが、今後このような観察が数多くなされ、組織と断層像の間に特徴ある関係づけがなされれば益するところは大きいであろう。終りに装置の調整、試料の作成に協力されたフランク・バーリー、ハーワード・ホワイト、ジュリー・ダウエルの諸氏に深謝する。