

研究速報

金属フィルターを用いた1回撮影によるエネルギーサブトラクション法の検討

麻布大学獣医学部放射線科学教室

信田 卓男 菅沼 常德 橋詰 雅

（昭和59年12月4日受付）

（昭和60年1月17日最終原稿受付）

Studies on the One Shot Energy Subtraction Technique Using a Metal Filter

Takuo Shida, Tsunenori Suganuma and Tadashi Hashizume

Department of Veterinary Radiology, School of Veterinary Medicine, Azabu University

Research Code No. : 208

Key Words : Energy subtraction, Fuji computed radiography, Metal filter

Dual energy technique is one of the X-ray image processing methods which utilize non-linear characteristics of the attenuation coefficient in the human body. In dual kVp digital radiography, motion registration artifacts caused by the time taken to change kVp degrade image quality.

This paper introduces applications of the one shot energy subtraction technique using single kVp, a metal filter and the Fuji computed radiography system.

High and low energy images could be obtained simultaneously by this procedure, and it provided fine images of the chest with bone subtracted, and without motion registration artifacts.

はじめに

現在、一般に行なわれているエネルギーサブトラクションは、管電圧を変化させて同一部位の撮影を行ない、2種類のエネルギー間のX線吸収変化率を画像に再構成する方法である¹⁾²⁾。この場合、2画像間に生じる3次元的な臓器像のズレが問題となり、これを完全に補正することは困難である。

そこで、ラチチュードの広いFuji Computed Radiography System（以下FCR）と金属フィルターを用い、1回の撮影によるエネルギーサブトラクションを試みた。

方 法

本法の原理をFig. 1に示した。同一カセット内

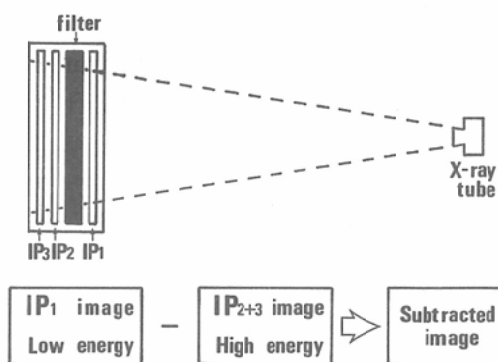


Fig. 1 Schematic representation of the one shot energy subtraction technique.

IP: Imaging plate

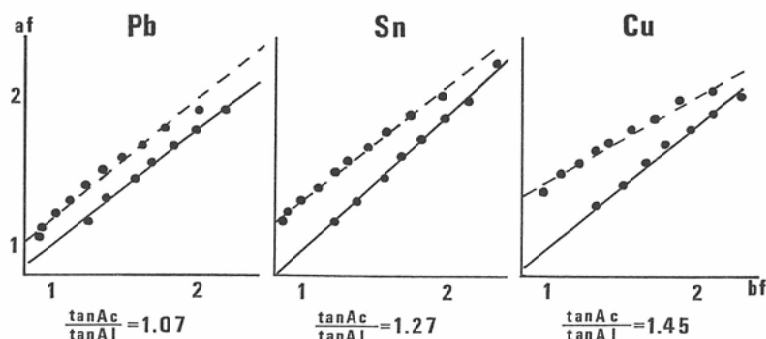


Fig. 2 Densities of acryl and aluminum step images before and after a metal filter.

af: after a metal filter, bf: before a metal filter

に、イメージングプレート（以下 IP）3枚とその間に金属フィルターを挿入する。被写体を透過した X 線は、まず IP₁に情報を与え、ついでフィルターを透過して低エネルギー成分が濾過された X 線が IP₂と IP₃を通過する。そして、IP₁と IP₂₊₃の差画像を求めることにより、1回の撮影でエネルギーサブトラクションを可能とするものである。

[1] フィルター前後のエネルギースペクトルの検討：本法に使用するフィルターの材質と管電圧の組み合わせを決定する目的で、管電圧；80・100・120kVp、フィルター材質；Pb・Sn・Cuの9通りについて、透過前後の X 線スペクトルを測定した。そして、各々の平均エネルギーを算出し、フィルター透過前 (E_1) に対する透過前後の平均エネルギー差 ($E_1 - E_2$) の百分比（以下エネルギー較差）を求めた。なお、フィルターは、IPの X 線エネルギー変換効率の限度や画像の幾可学的拡大を考慮して、厚さが1mm 以内で X 線減弱率が95% 前後の材質とし、今回は Pb 0.2mm, Sn 0.3mm, Cu 1mm の3種を選択した。X 線スペクトルは、CORMACKの方法に準じて測定した。

[2] フィルター前後の画像差の検討：FCRの画像上で前述した9通りの組み合わせの画像差を検討する目的で、段差1mmと10mmのAlおよびアクリル階段を本法で撮影した。得られた画像から、各階段の黒化度を測定し、X軸にフィルター透過前、Y軸に透過後の黒化度をグラフ上にプロット

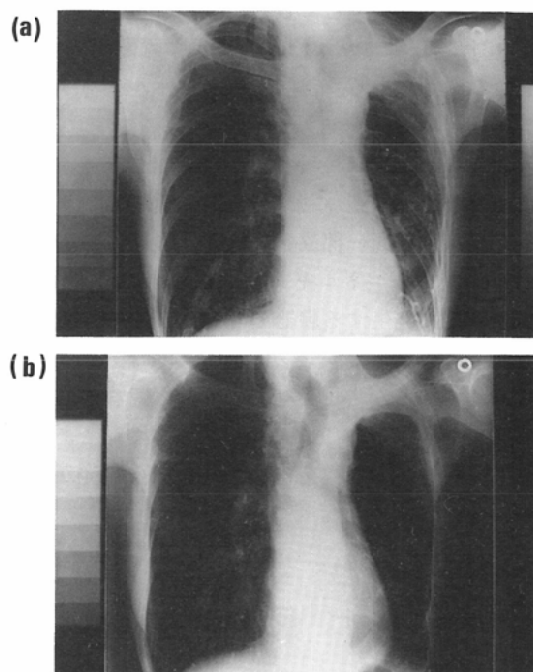


Fig. 3 Chest and step phantom images by the one shot energy subtraction technique.

Metal filter: Cu 1 mm

[a] IP₁ [low energy] image.

[b] Bone subtracted image. In this image, bone structure and aluminum step are well eliminated without motion registration artifacts.

した。フィルター透過前後の画像差を示す指標としては、Alおよびアクリル(Ac)階段像の各回帰線と X 軸とのなす角度の tangent の比を用いた。

[3] 本法の応用性を検討する目的で、Cu 1mm のフィルターを用いて、胸部撮影を行ない、1回の撮影による肋骨像のエネルギーサブトラクションを試みた。

結 果

[1] エネルギー較差は、いずれのフィルターにおいても管電圧80kVpで高値を示し、その中でも、フィルターにCuを用いる組み合わせが25.1%と最大値を示した。

[2] フィルター前後の画像差 $\left(\frac{\tan. Ac}{\tan. Al} \right)$ は、管電圧80kVpでPb; 1.07, Sn; 1.27, Cu; 1.45とフィルターにCuを用いる組み合わせが最大値を示し、[1]の結果と一致した (Fig. 2)。

[3] 本法により、Fig. 3に示す画像が得られ、1回の撮影による胸部肋骨像のエネルギーサブトラクションが可能であった。

考 察

従来の2回撮影によるエネルギーサブトラクションでは、同一部位を管電圧を変えて撮影し、そこで生じるエネルギー差を利用するため^{1)~3)}、2画像間に発生する臓器の動きが問題となる。その補正方法として、ソフトウェア的な方法論も検討されているが³⁾、3次元的に動く臓器像のアーチファクトを完全に除去することは困難であり、管電圧の高速切り換えや新たな手法の開発が期待される。

今回考案した方法では、1回の撮影 (単一管電圧) で2種類のエネルギーによる画像が同時に得られるため、臓器の動きによるアーチファクトを考慮する必要がなかった。さらに、フィルターの材質を検討することにより、10keV 前後の平均エネルギー差が得られた。

本法は、金属フィルターによる吸収のために透過後のX線量が極度に減少する欠点を有している。そこで、ダイナミックレンジが広く、X線エネルギーの変換効率が高いFCRを用いた。また、フィルター透過後の情報量をできるだけ多く収集する方法として、IP 2枚を重ねる多重撮影法を組み合わせた。その結果、X線エネルギー交換効率の向上とともに、エネルギーサブトラクション像の粒状性の改善がみられた。

本研究に御協力を頂いた、富士メディカルシステム (田中弘氏、他) に謝意を表します。

文 献

- 1) Lehmann, L.A., Macovsky, R.E. and Brody, W. R.: Generalized image combination in dual kVp digital radiography. Medical Physics, 8(5): 659-667, 1981
- 2) 佐久間貞行, 松原一仁, 石恒武男, 池田 充: FCRの臨床. CRとPACS. 画像診断, 4(Suppl. 1): 90-96, 1984
- 3) 松尾啓志, 岩田 彰, 鈴木宣夫, 堀場勇夫, 沢田武司, 加藤直樹, 木下一男: エネルギー差分法による軟部組織像抽出. Med. Imag. Tech., 2(1): 29-35, 1984