

G-003

ガン自動診断システムにおける delayed scan による鑑別能力の向上 Improvement of cancer detecting ability in PET automated diagnosis system by using delayed scan images

ホアン トウイ ホン† 佐藤 貴子‡ 有澤 博‡
Hoang Thuy Hong Takako Sato Hiroshi Arisawa

1. はじめに

近年、ガン診断における FDG-PET 検査の有用性が高く評価されてきている。PET 検査では FDG (薬剤) がガンに集まることでガンを早期発見できるが、ガンではないところでも FDG が集まる場合がある。その多数の集積に対してガンかガンではないかきちんと判断しなくてはならない。そして、ガンを見落としはいけない。

現在、医師は PET 全身画像を見てガンかどうか判断に迷う集積のある場合に、1～2時間後の delayed scan (再撮影) を行う。それから、delayed scan により、得られたディレイ画像の多数のスライスを1枚ずつ見て手で怪しい集積の位置を確定し、元の PET 画像の同じ位置に集まっていた薬剤量と比較し、ガンかどうかを鑑別する。しかし、この比較を手作業で行うことは医師の負担となるうえ、定量的でないといえる。そこで本稿では、有澤研究室で開発されているガン自動診断システムで PET ディレイ画像を取り扱うために必要となる技術を整理し、自動的にガンの鑑別を行えるようにする。

2. 概要

2.1 FDG-PET

PET (Positron Emission Tomography 陽電子放射断層撮像あるいはポジトロン断層法) とは陽電子検出を利用したコンピューター断層撮影技術である。

PET によるガン検診では、被験者に対して陽電子を放出する放射性同位元素・フッ素 18 に疑似ブドウ糖を結合させた FDG (フルオロデオキシグルコース) という薬剤を静脈注射し、FDG が体内に吸収されるために、30 分間程度安静にする。PET 撮影装置は体内細胞に吸収された FDG から出てくる放射線の集中度合いを断層画像として得ることができる。放射線の集中度合いあるいは FDG の集積の度合いは SUV (Standard Uptake Value) という値で表される。ガン細胞は正常細胞よりブドウ糖を大量に消費するため、ガン細胞には FDG がより多く取り込まれる、つまり SUV 値が高くなる。そこで、PET によるガンの診断法はガンを数ミリオーダーの早期の段階から発見できることで非常に有効的な診断法として注目されており、PET 画像を用いたガン自動診断システムが求められている。

2.2 PET 画像を用いたガン自動診断システム

体軸方向に約 3mm 間隔で断層撮影が行われるため、全身を対象とする PET では、被験者 1 人につき約 300 枚程度のスライス画像が得られる。しかし、低解像度の画像であるために、知識・経験と照らし合わせた正常・異常の判断は読影医師にとっては非常に負担の大きい頭脳労働

である。そこで、医師の集中力低下による誤診を防ぐ意味でも、読影医師の負担を軽減することが求められている。そこで、我々はガン自動診断システムの開発を行ってきた。

これまで、有澤研究室では読影医師に読影手法を細かくインタビューし、医師が行っている診断過程をそのまま計算機上で再現した診断アルゴリズムを構築してきた。診断アルゴリズムはマルチメディア処理言語 MDPL (Multimedia Data Processing Language) によって記述している。そして、PET 撮影装置から取得された原画像をビューア上に表示し、診断結果と重ね合わせて表示している。以後、最初に撮影する PET 全身画像を「通常画像」と呼ぶ。

2.3 PET Delayed scan (再撮影)

前節にも述べたとおり、悪性の活発に増殖するガン細胞は正常細胞より FDG が多く取り込まれる。しかし、炎症が起きている部位や生理的に FDG を多く取り込んでしまう臓器・組織 (腸管・膀胱・肝臓等) には、ガンでない場合でも FDG は多く取り込まれてしまう。ガン細胞に FDG が取り込まれて生じた集積を「異常集積」、生理的な性質により生じた集積を「生理的な集積」と呼ぶ。そこで、画像中の高集積領域に対し、異常集積か生理的な集積か、ガンの真陽性と真陰性をきちんと判断しなくてはならない。

現在、読影医師は PET 全身画像の診断の上、ガンかどうか判断に迷う集積のある場合に、1～2時間後の delayed scan を追加する。実際には 2～3 割程度の症例で delayed scan が行われるといわれる [1]。Delayed scan は生理的な集積と良悪性の鑑別、偽陽性例の減少、診断精度の向上などの大きい利点があるため、PET によるガン検診では有用性が高いとしている。

2.4 PET Delayed scan に関する問題

実際、読影医師は delayed scan により、多数のスライスを1枚ずつ見て手で怪しい集積の位置を確定し、通常画像の同じ位置に集まっていた薬剤量と比較し、ガンかどうかを鑑別する。しかし、この比較を手作業で行うことは医師の負担となるうえ、定量的でないといえる。そこで、有澤研究室で開発されているガン自動診断システムで PET ディレイ画像を取り扱うために必要となる技術を整理し、自動的にディレイ画像を利用したガンの鑑別を行えるようにする。これにより、ガンの鑑別能力を向上することができるといえる。しかし、実状は通常画像と PET ディレイ画像の差異は大きく、以下の理由から容易ではない。

(1) PET 通常の全身撮影画像と比べ、PET ディレイ画像

† 横浜国立大学大学院環境情報学府

‡ 横浜国立大学大学院環境情報研究院

は体の一部のみを撮影することが多く、胴体の上下判定や臓器認識などが困難になる。

- (2) PET 撮影装置の様々な設定のため、通常画像と PET ディレイ画像のスライス厚み (Zscale), 画像 1 pixel あたりの大きさ (Xscale, Yscale) がまちまちである。
- (3) 通常画像の診断の上、1～2 時間後 delayed scan を行う。この間、被験者は別の場所で安静にし、再撮影の際に再度 PET 装置に横になる。そのため、再撮影の際には胴体の位置が元の位置と異なる。

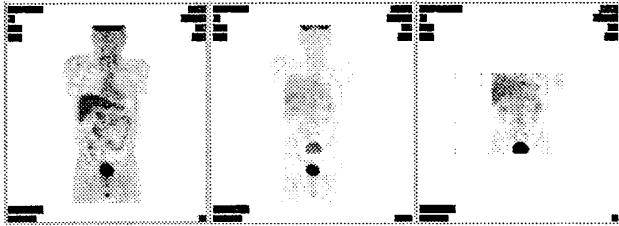


図1 通常画像と PET ディレイ画像の差異
そこで、通常画像と PET ディレイ画像の位置を合わせなくてはならない。

3. PET ディレイ画像を利用した陽陰性鑑別の方法

3.1 通常画像と PET ディレイ画像の位置合わせ

(1) Rescale:

通常画像に比べて PET ディレイ画像のサイズ (Xscale, Yscale) が異なる場合は xy 平面で線形補間法により PET ディレイ画像の拡大や縮小を行う。

これに対し、スライスの厚み (Zscale) が異なる場合は画像の枚数も異なる。z 方向の scale に基づき、下記の式で PET ディレイ画像の枚数を等しくする。

$$D_SliceNum = \frac{D_Zsize * D_Zscale}{Zscale}$$

(2) 胴体の位置合わせ:

通常画像と PET ディレイ画像の重心の格差により、前後方向の位置を合わせる。

(3) 通常画像において PET ディレイ画像の上下方向の位置を自動的に判断する。

通常画像と PET ディレイ画像の差分の最小値を求めることによって、PET ディレイ画像の位置を自動的に判断する。

3.2 鑑別能力の向上

これまで、我々が開発してきた通常画像に対する自動診断アルゴリズムは大きく 2 つの手順で診断を行ってきた。まず始めに、PET 画像で認識することのできる臓器領域を PET 原画像から抽出し、次に抽出した各臓器領域内において異常集積の有無を調査している。これを利用して、通常画像と PET ディレイ画像の位置合わせの上、通常画像の高集積の薬剤量と、同じ位置に集まっていた PET ディレイ画像の薬剤量と比較し、ガンかどうかを自動的に鑑別する。この際、下記のような Delayed scan の判定を基準にする。

(1) delayed scan では集積のサイズや SUV が増加する場合は悪性病変や異常集積である。

(2) 集積が不変あるいは低下した場合は炎症性病変や生理的な集積 (良性) である。

これらの delayed scan 判定基準を用いて、通常画像で見られた集積と同じ位置の PET ディレイ画像に集積があるかどうか、あるいは、集積の平均値がどのように変化されるかを比較する。この定量的な比較法の結果によって、ガンの良悪性鑑別能力が向上できる。

4. 実験の結果と考察

前章で述べた手法においては、画像間の位置合わせの精度が後の集積の比較の精度に大きく影響することから、今回は位置合わせの自動化について実験を行った。

2.4 で述べた通り、通常撮影と delayed scan の間には大きく姿勢が変わる可能性がある。特に、上肢と胴の位置関係は一致しない可能性が高い。そこで、通常画像と PET ディレイ画像の上下方向の位置を自動的に判断する際には上肢の領域を除き、さらに画像の特徴量が多い部分 (胴体の左上 1/4) のみを処理してみた。この範囲内では通常画像と PET ディレイ画像の差分の最小値を求めることによって、下記の位置合わせの結果を得られた。

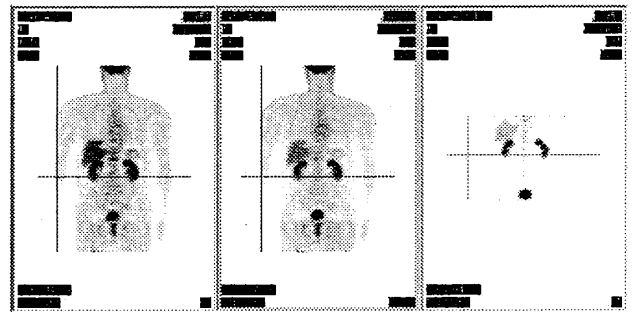


図2 通常画像による PET ディレイ画像の位置合わせ後

5. まとめ

本稿では、これまで有澤研究室で開発されているガン自動診断システムで PET ディレイ画像を利用した陽性・陰性鑑別の方法を提案し、その中の画像の自動的に位置合わせを行った。これにより、ガンの鑑別能力を向上することが期待できる。

今後の課題としてガン自動診断システムにおける別の手法による鑑別能力をもっと向上することを考えている。

謝辞

本研究を行うにあたり、横浜市立大学大学院医学研究科井上登美夫教授と鈴木晶子医師にご協力いただいた。心より感謝する。

参考文献

- [1] 陣之内正史編著, 吉田毅, 落合礼次, 田邊博昭著, “FDG-PET マニュアル 検査と読影のコツ”, インナービジョン (2004) .
- [2] 有澤博, “医師の手法を模倣した PET 画像自動診断システムの構築”, 信学技報, Vol. 105, No. 117 (2005) .
- [3] 荒井淳, 遠藤智絵, 有澤博, 鈴木晶子, 井上登美夫, “全身 PET を用いたガン診断のモデリングと自動診断システムの構築”, 信学技報, Vol. 104, No. 347 (2004) .