

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：33920  
研究種目：基盤研究(C) (一般)  
研究期間：2013～2015  
課題番号：25461852  
研究課題名(和文) 磁気ナビゲーションを用いた分子イメージング標的病変検出支援型超音波診断装置の開発  
  
研究課題名(英文) Fusion of US and PET/CT using Real-time virtual sonography for breast imaging  
  
研究代表者  
安藤 孝人 (ANDO, Takahito)  
  
愛知医科大学・医学部・助教  
  
研究者番号：40634134  
  
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：磁気ナビゲーションシステムであるReal-time virtual sonography (RVS)を用いてPET-CTで検出されたhot spotをリアルタイムにUS下に検出できる画像診断システム(PET-CT-RVS)を開発した。RVSを用いてPET-CTとUSを同期させることで、客観性・再現性を保ちながら病変の検出が可能であった。新たな放射線被曝や造影剤も不要であり、今後、あらたな分子イメージング陽性病変へのUSでのアプローチにおいて有用なモダリティとなる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：PET/CT is more sensitive in detecting of recurrent disease of the breast. When incidental FDG uptake with high standard uptake value (SUV) is detected in loco-regional lesion by PET/CT, sonographic confirmation needs to be done immediately. The aim of this study was to evaluate the role of Real-time virtual sonography (RVS) in the management of sonographic localization of FDG activity. We performed PET/CT in 11 patients. Sonographic detection rate was determined for FDG uptake with or without RVS. Of the 11 patients, a total of 14 FDG uptake lesions were detected as loco-regional recurrence. Of these, 7 (50%) could be identified in targeted US without RVS, but 14 (100%) were identified in targeted US with RVS ( $p < 0.05$ ). The RVS was able to correctly project FDG uptake information onto a body surface, as we checked sonography form images without operator's skill. Our results suggest that RVS can sonographically identify FDG uptake lesions with excellent accuracy.

研究分野：放射線科学

キーワード：RVS 超音波fusion技術 磁気ナビゲーション PET/CT Breast Cancer Recurrence

1. 研究開始当初の背景

体内における遺伝子や蛋白質などの分子を生物が生きたままの状態画像化する「分子イメージング」が実地臨床に取り入れられるようになった。乳癌画像診断においては PET-CT による化学療法の効果判定や再発病変の検出、SPECT-CT によるセンチネルリンパ節の検出に応用されている。特に癌検出能に優れる PET-CT にて軟部組織に hot spot を認めた場合、良悪性の鑑別のため、また薬物療法の biomarker としてのホルモン感受性や HER2 発現の検索のため、組織検索が必要となる。多くの場合、超音波 (US) を用いて病変にアプローチするが、US の術者が頭の中で 3 次元位置をイメージせねばならず、病変の検出においては術者の経験や技量に左右される。

近年、磁気ナビゲーションシステムを用いて、US と US 断層面に一致した CT/MRI/US 画像情報を同一モニターでリアルタイムに比較することができる real-time virtual sonography (以下 RVS) が開発された。医工連携によって我が国で開発された革新的画像融合技術である。我々は平成 16 年度文部科学省私立大学施設整備費補助金の交付を受け世界に先駆けて RVS システムを乳腺画像診断に導入した。MRI を US と同じ仰臥位で撮像しておき、RVS を用いて US 画像と MRI 画像の位置情報を一致させる方法を考案した (MRI-RVS)。我々はこれまでに MRI 造影病変の多くが US で検出できること<sup>1)</sup>、RVS による画像の 3D positioning error は 12mm 以内であること<sup>2)</sup>、Second-look US に RVS を用いることで、MRI-detected lesion の 90% を US で検出できること<sup>3)</sup>をこれまでに明らかにしてきた。

2. 研究の目的

RVS を用いて形態画像と機能画像を融合した新たな乳腺画像診断体系を構築し、PET-CT などの分子イメージングで検出された hot spot をリアルタイムに US 下に検出できる画像診断システム (PET-CT-RVS) を開発すること。

3. 研究の方法

- 1) PET-CT-RVS のアルゴリズムを構築し、プロトタイプを作成する。
- 2) PET-CT 検出病変の RVS による同定

PET-CT ボリュームデータを RVS ワークステーションに予め取り込んでおいた上で、RVS を施行する。2 つのモダリティを同期させるためには基準点が必要となるが、CT、US でも認識可能な患側乳房乳頭を基準点とする。なお磁気センサーシステムで使用される磁場は人体・周辺機器に悪影響はおよぼさないことが判明しているが、心臓ペースメーカー使用中の患者は禁忌である。乳癌再発にて PET-CT を施行し、軟部組織に hot spot を認める症例を対象とする。まず、US 単独にて hot spot の検出を試みる。検査終了後すぐに RVS を併用し US 下に同病変の検出できたかどうか記録する。可能な限り生検を行い、良悪性の診断、ホルモン感受性、HER2 発現を検索する。Hot spot の US での検出において RVS 併用、非併用において検出率に違いを統計学的に解析し、RVS の有用性を検証する。

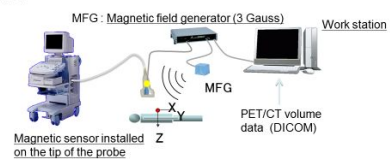
4. 研究成果

(1) PET-CT-RVS の開発

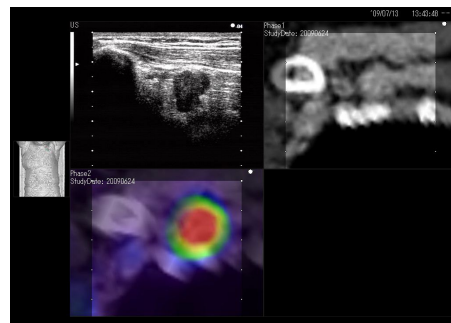
日立アロカメディカル社と共同で、リアルタイムな US 画像と同一断面の PET-CT 画像を同期することができる画像診断システムのソフトウェアを完成させた。

Real-time Virtual Sonography (RVS)

This system can synchronize a sonographic image and the PET/CT image of the same section in real time.



Division of Breast and Endocrine Surgery, Department of Surgery, Aichi Medical University



(2) PET-CT-RVS の臨床応用

所属リンパ節に hot spot を認めた 14

病変に対し US 下の同定を行ったところ、7 例(50%)は US 単独で同定可能であった。US 単独では検出困難であった 7 例に対し PET-CT-RVS を併用したところ、7 例(100%)全例検出が可能であった。FNAB を行い、いずれも陽性の所見であった。

#### 考察

腋窩や鎖骨上には多くのリンパ節が存在しており、PET-陽性リンパ節を検出するのに難渋することも少なくない。RVS を用いて PET-CT と US を同期させることで、客観性・再現性を保ちながら病変の検出が可能であった。新たな放射線被曝や造影剤も不要であり、今後、あらたな分子イメージング陽性病変への US でのアプローチにおいて有用なモダリティとなる可能性が示唆された。

#### < 引用文献 >

- 1 ) Nakano et al. Jpn J Clin Oncol 2009 39: 552-9
- 2 ) Nakano et al. Ultrasound Med Biol 2012 38: 42-9
- 3 ) Nakano et al. Breast Cancer Res Treat 2012 134:1179-88

#### 5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

##### [ 雑誌論文 ] (計 2 件)

Nakano, Ando, Ishiguchi et al. Ultrasound Med Biol 2014 40: 1049-57  
Kousaka, Nakano, Ando, Ishiguchi et al. Breast Cancer 2016 23: 301-9

##### [ 学会発表 ] (計 5 件)

2014 年 9 月 13 日 日本乳癌学会中部地方会 乳腺画像診断における超音波 fusion 技術の位置付け、将来展望 中野正吾、藤井公人、高阪絢子、塩見有佳子、安藤孝人

2014 年 11 月 8 日 第 24 回日本乳癌検診学会 乳房超音波カテゴリー 3 病変の経過観察における Real-time virtual sonography の有用性 中野正吾、藤井公人、高阪絢子、塩見有佳子、安藤孝人

2015 年 9 月 19 日 第 35 回日本乳腺甲状腺超音波医学会 Real-time Virtual Sonography をいかに乳腺画像診断に臨床応用したか、我々の挑戦 中野正吾、藤井公人、高阪絢子、毛利有佳子、安藤孝人

20120301 European Congress of Radiology (Vienna)

Fusion of US and FDG-PET/CT image for evaluation of loco-regional recurrence of breast cancer using Real-time Virtual Sonography (RVS) : first experience. Nakano, Ishiguchi et al.

20130914 2013 Breast Cancer Academic Exchange Forum for Asia (Taipei)

Second-look sonography using image fusion technique in breast imaging. Nakano, Ando, Ishiguchi et al.

20160306 European Congress of Radiology (Vienna)

Preoperative planning using an MRI-US fusion imaging system for breast-conserving surgery in patients with non-mass-like enhancement. Ando, Nakano, Ishiguchi et al.

[ 図書 ] (計 0 件)

[ 産業財産権 ]

出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

安藤孝人 (ANDOU Takahito)  
愛知医科大学乳腺・内分泌外科・助教  
研究者番号： 40634134

### (2) 研究分担者

中野正吾 (NAKANO Shogo)  
愛知医科大学乳腺・内分泌外科・教授  
研究者番号： 20351108

藤井公人 (FUJII Kimihito)  
愛知医科大学乳腺・内分泌外科・准教授  
研究者番号： 00524331

高阪絢子 (KOUSAKA Junko)  
愛知医科大学乳腺・内分泌外科・助教  
研究者番号： 50440748

石口恒男 (ISHIGUCHI Tsuneo)  
愛知医科大学放射線科・教授  
研究者番号： 70115525

### (3) 連携研究者 なし