

## 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：25461999

研究課題名(和文) 磁気ナビゲーションを用いた診断支援型乳腺超音波イメージングシステムの開発

研究課題名(英文) Development of diagnosis support system using Real-time virtual sonography for breast imaging

研究代表者

中野 正吾 (NAKANO, Shogo)

愛知医科大学・医学部・教授

研究者番号：20351108

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)：磁気位置センサーによる画像融合技術を応用し、超音波画像情報を位置情報とともにボリュームデータとして保存し、リアルタイムな超音波画像と時相の異なるバーチャル超音波画像を同期することができる診断支援型乳腺超音波イメージングシステム[US-real-time virtual sonography (US-RVS)]を開発した。超音波診断の客観性・再現性を確保でき、乳腺良性腫瘍の経時観察において有用であった。

研究成果の概要(英文)：The aim of our study was verify the utility of surveillance US using real-time virtual sonography (RVS) in short-interval follow-up for BI-RADS US category 3 mass lesions. A total of 23 lesions classified as BI-RADS category 3 were enrolled. The US volume data was stored into RVS. Surveillance US was scheduled at 6, 12, and 24 months. All (100%) target lesions were detected. While performing the US, the examiner could make continuous comparison to the previous scan on the same cross section in the direction including the maximum diameter. The mean diameter of target lesion in baseline, 6, 12, and 24 months was 8.2mm, 8.4 mm, 8.1 mm, and 8.3 mm, respectively. There was no significant difference within the groups ( $p=0.785$ ). RVS can be reproduced in their entirety for review at a later date by using stored US volume data Our results suggest that RVS is a reproducible technique in comparison of US images between different time phases for BI-RADS category 3 mass lesions.

研究分野：乳腺外科学

キーワード：超音波fusion技術 RVS 超音波 乳腺良性腫瘍 磁気ナビゲーション

1. 研究開始当初の背景

近年、ナビゲーション技術が医療分野にも応用されるようになった。磁気ナビゲーションシステムを用いて、超音波と超音波探触子断層面に一致したMRI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 (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。

乳癌画像診断においてMRIはマンモグラフィや超音波検査に比べ感度が高く、乳癌の検出において有用なモダリティである。一方特異度は相対的に低いため、MRIでしか検出できないMRI-detected lesionを認めた場合、second-look USにて病変を検出し、良悪性の鑑別が必要となる。一般にMRIは腹臥位、超音波は仰臥位での検査となるためそれぞれの体位にて標的病変の位置ずれが生じる。このためMRI-detected lesionをUSで確認できるかどうかは術者の経験や技術に左右される。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システムを乳癌画像診断に導入した。MRIを超音波と同じ仰臥位で撮像しておき、RVSを用いて超音波画像と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造影病変の多くが超音波で検出できること<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%を超音波で検出できること<sup>3)</sup>をこれまでに明らかにしてきた。RVS技術を応用し、超音波画像情報を位置情報とともにボリュームデータとして保存し、リアルタイムな超音波画像と同一断面の時相の異なるバーチャル超音波画像を同期することができる画像診断システム(US-RVS)の開発を行っている。時相の異なる任意の超音波断層面を正確に比較することができるバーチャルリアリティ技術であり、これにMRIやCT画像情報を組み合わせることも可能である。US-RVSを用いることで、超音波診断の客観性・再現性を確保することができるようになる。欧米において超音波の読影法、カテゴリー分類を標準化する目的にてBI-RADS USが導入され、広く普及している。BI-RADS カテゴリー3と判定された場合、定期的な経過観察が行われているが、最大腫瘍径が20%以上増大した場合は腫瘍生検の適応となる。このため標的病変の正確な位置情報の

記録および的確な計測法が必要となる。しかしながら、超音波による病変の再検出、計測は客観性・再現性に乏しく、主観的となるため、術者により結果が異なることが避けられない。

2. 研究の目的

RVSに用いられているバーチャルリアリティ技術を活用して、客観性・再現性が確保できる診断支援型乳癌超音波イメージングシステムを開発し、良性標的病変の経時的観察法を確立すること。

3. 研究の方法

1) US-RVSのアルゴリズムを構築し、プロトタイプを作成する。

2) 乳癌良性腫瘍(BI-RADS カテゴリー3)に対し、初回超音波施行時に超音波ボリュームデータをプレスキャン(基準点;患側乳頭)にて作成・保存する。経時的観察(6か月、12か月、24か月)を行い、US-RVS併用、非併用における検出率の違いを検証する。プレスキャン時は患者に息止めを行ってもらい、最大15秒のデータの記録を行う。頭尾側方向もしくは外側/内側、内側/外側方向で超音波探触子に直行するようにスキャンを行うが、超音波探触子の移動スピードは2cm/s以上とする。2回目以降(初回スキャン直後、翌日以降)に患側乳頭を基準点としたUS-RVSを用いて、過去画像とリアルタイム画像との対比を行い、検査成功率および経時的な腫瘍径の計測を行う。

4. 研究成果

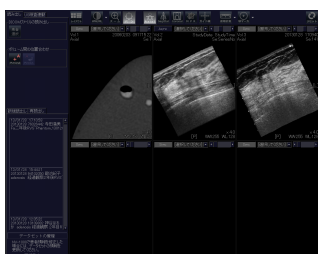
(1) US-RVSの開発

日立アロカメディカル社と共同で、リニアプローブでリアルタイムな超音波画像と同一断面のバーチャル超音波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<sup>4)</sup>。

(2) 乳癌良性病変におけるUS-RVSの有用性

23例のBI-RADS カテゴリー3に対し、

US-RVS を施行し、開発したソフトウェアの検証を行った。

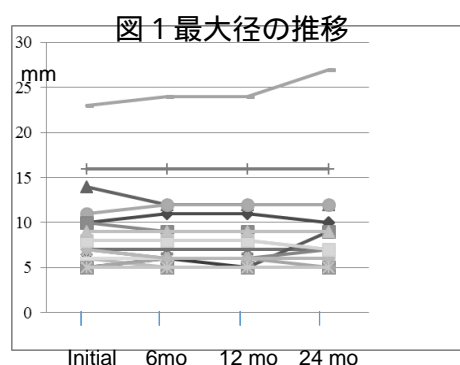


i) 超音波ボリュームデータの作成  
23 例全例で位置情報を含む超音波ボリュームデータを作成・保存することが可能であった。

ii) RVS を用いた形態像の観察  
20 例中、全例においてリアルタイムな超音波画像と再構築超音波画像の直接比較が可能であった。

iii) RVS を用いた最大腫瘍径の経時的観察

初回 US の平均腫瘍径は  $8.2\text{mm} \pm 4.2$  であった。6 か月後、12 か月後、24 か月後の平均腫瘍径はそれぞれ  $8.4\text{mm} \pm 4.5$ 、 $8.1\text{mm} \pm 4.5$ 、 $8.3\text{mm} \pm 5.0$  であった。また各腫瘍ごとの最大径の経時推移を図 1 に示す<sup>4)</sup>。



#### 考察

RVS を用いて位置情報を含むボリュームデータを記録することで、客観性・再現性を保ちながら BI-RADS カテゴリー 3 病変の経時的観察が可能であった。このシステムを用いることにより第三

者判定も可能である。放射線被曝、高磁場暴露もなく、造影剤も不要である。

#### <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
- 4) Nakano et al. Ultrasound Med Biol 2014 40: 1049-57

#### 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)

- 1) 中野ら INNERVISION 2014 29 43-46
- 2) Nakano et al. Ultrasound Med Biol 2014 40: 1049-57

[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 4 月 16 日 第 115 回日本外科学会学術集会 ER 陽性乳癌の術前化学療法中の腫瘍縮小効果判定における real-time virtual sonography (RVS) 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

〔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

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

### (2) 研究分担者

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

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

### (3) 連携研究者

なし