

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：33708

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23591802

研究課題名(和文) マルチカメラシンチグラムにおける集積部位の距離計測と高解像度撮像法に関する研究

研究課題名(英文) Studies on distance estimation of accumulation and high resolution imaging in multi gamma camera scintigram.

研究代表者

片渕 哲朗 (KATAFUCHI, TETSURO)

岐阜医療科学大学・保健科学部・教授

研究者番号：00393231

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)：本研究は機能的(仮想的)にガンマカメラの視点を変えて撮像し、立体視するマルチカメラシステムを考案し、これまでの撮像で問題があった「解像度」と「奥行き情報」を改善することである。そして、核医学画像の定量解析を行う手法を開発し、病気状態の判断のみならず疾患早期の診断・発見、予測にもつながる新しい撮像技術について研究を行うことである。

本研究において従来像と比較した結果、立体視をした方が認識率の向上が見られた。従来像は散乱線の影響で病変周辺部がぼけており、サイズの相違が識別困難であった。一方、立体画像では病変部と正常部の相違が明瞭に判別でき、診断能が向上するものと考えられた。

研究成果の概要(英文)：This study aims to devise a multi camera system that takes a stereoscopic image by shifting the vision of a gamma camera functionally (virtually) in order to improve "resolution" and "depth information," which have been problems with conventional imaging. In addition, this study also aims to develop a method of analyzing nuclear medicine image quantitatively and to conduct research on a new imaging technique that helps to diagnose, detect and forecast disease early as well as to assess the state of disease.

The results of this study show that recognition rate using stereoscopic image was higher than using conventional image. In conventional image, perilesional area was blurred due to scattered radiation, and it was difficult to distinguish the difference in size. On the other hand, in stereoscopic image, lesion area can be easily distinguished from normal area. These findings indicate that stereoscopic image helps improve diagnostic performance.

研究分野：医歯薬学境界医学放射線技術学

キーワード：核医学 ガンマカメラ 立体視 画像認識

(3) 評価方法

撮像した正面像と RAO15° の画像を組み合わせてステレオ画像を作成し、クロスファントムの位置が異なる 2 つのステレオ画像を上下に並べて表示した。これを 1 組として計 64 組の画像を作成し、学生 10 名を対象にして、観察者はリングファントムに対するクロスファントムの距離がより離れていると感じる方を回答した。このモニタリングを一人の観察者に対して 2 回ずつ行い、認識率を求めた。

評価法は 2AFC を用いた。2AFC とは二肢強制選択法とも呼ばれ、設問の選択肢を二択とし、答があいまいでも強制的にどちらかを選択させるモニタリング方法である。完全に正解が分かる時には正答率は 100% 近くになるが、全く正答が分からず適当に答えても、選択肢は 2 つであるので、50% は正答できる。そのため、2AFC は 1 枚の画像を主観的に評価するのではなく、常に他の画像との比較によって判断しているため、観察者間変動や観察者内変動が低いという特徴を持った評価方法である。

(4) 骨シンチグラフィにおける臨床応用

核医学画像は機能評価としては優れていながらも他の医療画像と比較して空間分解能が低く雑音を多く含む画像として知られており、特に骨シンチグラフィは骨分布を立体視することにより病変の認識率向上が期待できる。そこで臨床例を用いてステレオ撮像の距離弁別能の評価を行った。倫理委員会の承認を得て、骨シンチの検査で角度の異なる撮像を 1 方向追加し、立体視を行うことで病変の認識率が向上するかを調べた。評価は放射線科医 6 名と大学生 10 名による 2AFC 法で臨床画像の評価をした。

(5) 骨以外の臨床応用に向けたファントムでの評価

海外においてマンモシンチグラフィ (MSG) は乳癌の診断や予後評価において重要な役割を担っている。そこでマンモ用の RI ファントムを開発し、核医学におけるステレオ撮像による MSG のステレオ画像 (3D) の有用性を評価した。マンモ用ファントムはシリコン樹脂を使って直径 10cm の半円状のものを作成し、その中に RI を留置できる病変部を作った。病変の大きさは 2mm、4mm、6mm、8mm の 4 段階で作成し、螺旋状に 1 個ずつ高さや病変間距離を変化させて配置し、乳癌の好発部位である外側上部に多めに配置した。評価方法は 4 名の観察者で正面および側面像の 3D 画像と 2D 画像を比較し、それぞれの病変部の大きさがどれだけ正確に認識できるかを視覚評価した。

また、脳血流定量評価を行う際、大動脈と肺動脈の重なりによって正確な ROI の設定が難しい。そこで、本法を用いて血管を立体視することにより重なりが分離が可能となって正しい定量値が算出できる。そのため、血管の重なりを模擬したファントムを作成し、2D と 3D の奥行き方向分解能の認識率について検討した。血管模擬ファントムはチューブ (内径 1.1mm) を 10mm 間隔および 4mm 間隔にそれぞれ 17、32 列配置した 2 種のファントムを作成した。チューブに RI を入れる間隔を 80mm、40mm、20mm、10mm、4mm と変化させ計 5 枚の正面像を得た。さらに検出器角度 RAO7.5°、LAO7.5°、LAO10°、LAO15° それぞれで同様の撮像を行い合計 30 枚の画像を得た。評価は (4) と同様に 4 名の観察者で行い、分離が確認できた本数の平均とチューブ間隔の関係を調べ、2D と 3D 画像の比較を行った。

4. 研究成果

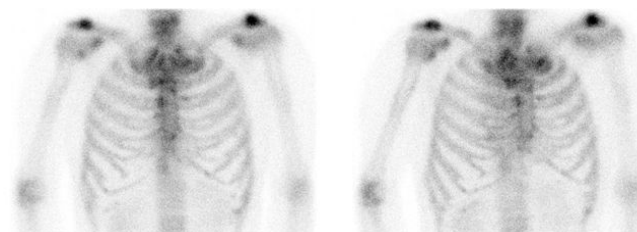
(1) リングクロスファントムの検討

散乱体の無い結果の正答率は、 d が 0mm のときに 33%、1mm のときにプラスとマイナスの平均が 69%、4mm 以上のときはプラスとマイナスの平均が 95% 以上となった。1mm

が認識できた理由として、実像の 1mm よりも、立体像のファントム間の距離が大きくなり、認識できたものと考えられる。しかし、散乱体が存在した場合、リングファントムとクロスファントムの距離の差が、0mm に近づくにつれて認識率が低くなり、最も低値で認識率 45% を示した。散乱体がない場合は 3mm の差で 80% が認識できたが、散乱体がある状態では 50mm 前後の差がなければ 80% は認識できなかった。これは散乱線の影響で分解能が劣化したため、認識できる距離感が大きく低下したことが考えられる。また、散乱体が挿入されることによりカメラとの距離が離れ、一層分解能が低くなったことも大きい原因であろう。散乱体が有り減弱・散乱補正を用いた場合は全体的に補正前より補正後で正答率は平均 10~20% 前後向上した。しかし、 d 3mm 以下の差が少ないところはほぼ同程度であり、4mm で正答率がほぼ 1 となり、6mm 以上で補正後が補正前を大きく上回っていた。この散乱体ファントムは全方向均等に RI が通過されるようなアーチ形をしており、臨床状態に近いファントムであると考えられる。したがって補正を行うことで、臨床例においても 4mm の差があれば弁別することが可能であり、臨床応用できるものと示唆された。

(2) 骨シンチグラフィ

臨床画像を図 3 に示す。立体視することで空間の認知が容易に行え、従来の平面画像だけよりも病変が詳細に把握できた。ただ、患者ごとで立体の程度に差を生じ、体格差や技師間のポジショニングの差から生じたと考えられる。以上より、ステレオ撮像法を用いることによってより正確な病変部位を捉えることが可能であり、今後さらに定量的評価にも有用な手法であると考えられた。



ANT

RAO-15°

図 3 骨シンチグラフィの臨床例

(3) 骨以外の臨床応用に向けたファントムでの評価

マンモシンチグラフィにおける 3D 画像の検討

観察実験の結果、正面 3D 画像の正解率は 100%、正面 2D 画像は 47.2% となった。側面 3D 画像の正解率は 85.7% で、側面 2D 画像は 50% であった。正面および側面ともに 3D 画像の方が明らかに大きさを正確に認識していた。今回の手法は RI 投与後、複雑な体位は必要なく、仰臥位で正面と斜位の 2 方向撮像するだけで済み、圧迫やそれに伴う痛みもない。特に、X 線の透過が不良な大きな乳房や豊胸手術を施行した症例において有用であり、臨床応用に向けて有用性が示唆された。

血管擬似ファントムによる 3D 画像の検討

ステレオ視の撮影角度は RAO7.5° - LAO7.5° でのステレオ画像よりも ANT - LAO15° のステレオ画像の方が認識率が向上する傾向であった。また、チューブ間隔 20mm では 2D が 0 本に対し 3D は 3 本、40mm では 2D が 2 本に対し 3D は 4.5 本を認識していた。ただ、その他では 2D と 3D での認識率がほぼ同等であった。これは、バックグラウンドがほぼない状態での撮像であり、かつ重なり合ったラインファントムであったため、2D と 3D での認識率に大きな差がなかったと考えられる。しかし、この実験で核医学画像においても重なり合った血管を立体視にすることで分離可能であることが示された。

以上より、臨床現場において、正面像と斜位像でのステレオ画像は有用であり、定量解析時に本法を用いるとより正確な評価ができる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

小保田智彦, 原 武史, 多湖博史, 福岡大輔, 片瀨哲朗, 後藤裕夫, 藤田広志, Patlak plot 法に基づく大脳平均脳血流量の自動解析法, 電子情報通信学会技術研究報告, 査読無 Vol.114, No.482, 2015, pp.115-118

原 武史, 山崎雄章, 片瀨哲朗, 小林龍徳, 松迫正樹, 村松千左子, 周 向栄, 藤田広志, 二肢強制選択法によるステレオシンチグラムにおける集積位置の距離弁別能の測定, 電子情報通信学会技術研究報告(IEICE Technical Report) 査読無, MI2012-58, 2012, pp 55-58

Satoru Matsuo, Junji Morishita, Tetsuro KATAFUCHI, Chika Honda and Hiroshi Fujita, Image-quality assessment method for digital phase-contrast imaging based on two-dimensional power spectral analysis, Radiological Physics and Technology, 5 (1), 査読有, 2012, pp78-85,

小林龍徳, 若原彩加, 原 武史, 片瀨哲朗, 周 向栄, 藤田広志, ステレオ撮像法を用いたシンチグラフィにおける集積位置の深さ計測, 電子情報通信学会技術報告, 査読無, MI2010-46, 2010, pp.67-70

〔学会発表〕(計12件)

小林拓真, 花野遙, 片瀨哲朗, マンモシンチグラフィにおける3Dステレオ撮像に関する研究 - マンモ用ファントムの開発とその評価 -, 第5回核医学技術研究教育交流会, 2014年12月11日, 名古屋
花野遙, 小林拓真, 片瀨哲朗, 核医学画像における立体視に関する基礎研究 - 血管擬似ファントムによる認識率の検討 -, 第5回核医学技術研究教育交流会, 2014年12月11日, 名古屋

多湖博史, 小野口昌久, 原武史, 片瀨哲朗, 山口寛泰, 佐々孝章, Patlak Plot における計測ROIの設定と半自動計測法の開発, 第34回日本核医学技術学会総会学術大会, 2014年11月6-8日, 大阪

山崎雄章, 原 武史, 多湖博史, 福岡大輔, 片瀨哲朗, 藤田広志, 脳血血流シンチグラムにおけるパトラックプロット法の自動化に基づく平均脳決流流量量の計測支援システム, 1st conference on Biomedical imaging, 2014年3月15日, 大阪
藤井孝三, 松井彩乃, 池田昌弘, 安藤忍, 鈴木英志, 片瀨哲朗, 骨シンチグラフィにおけるヨード造影剤の影響について, 第33回日本核医学技術学会総会学術大会, 2013年11月8-10日, 福岡

林 綾, 片瀨哲朗, 核医学画像における立体視に関する基礎研究 - 散乱補正を用いた画像評価 -, 第4回核医学技術研究教育交流会 2013年11月14日, 名古屋

T. Hara, K. Yamazaki, T. Katafuchi, T. Kobayashi, M. Matsusako, X. Zhou, C. Muramatsu, H. Fujita, Depth recognition of simple phantom materials in stereo scintigraphy, 2012.11.24-30, Radiological Society of North America (RSNA) 2012, Chicago IL, USA

山崎雄章, 小林龍徳, 原武史, 片瀨哲朗, 村松千左子, 周向栄, 藤田広志, ステレオ撮像法を用いたシンチグラフィにおける集積位置の距離弁別能の評価,

第14回医用画像認知研究会, 2012年9月1日, 名古屋

石原匡彦, 若原彩加, 多湖博史, 原 武史, 片瀨哲朗, 核医学画像におけるステレオ撮像の有用性 - 立体視を用いた臨床的評価 -, 第32回日本核医学技術学会総会学術大会, 2012年10月11-13日, 札幌

T. Hara, T. Katafuchi, S. Ito, D. Fukuoka, T. Matsumoto, T. Kobayashi, X. Zhou, C. Muramatsu, and H. Fujita, Methodology of statistical image analysis by using normal cases, 2011 Society of Nuclear Medicine Annual Meeting, 2011.6.3-8, San Antonio, USA

小林龍徳, 原武史, 若原彩加, 片瀨哲朗, 村松千左子, 周向栄, 藤田広志, ステレオ撮像法を用いたシンチグラムにおける集積位置の距離弁別能の評価, 医用画像情報学会平成23年度年次(第160回)大会, 2011年5月28日, 岐阜

近松克修, 多湖博史, 石原匡彦, 片瀨哲朗, 減弱補正用X線CT搭載SPECT装置による減弱補正の基礎的検討, 第31回日本核医学技術学会総会学術大会, 2011年27-29日, 筑波

熊澤智宇, 片瀨哲朗, 核医学画像における立体視に関する基礎研究 - ステレオ画像における認識能力の向上に向けて -, 2011年11月24日, 名古屋

〔図書〕(計3件)

片瀨哲朗 他: 山代印刷KK出版部, 核医学画像処理, 日本核医学技術学会編, 2010, 総頁数298, 分担: 監修および編集責任者

片瀨哲朗 他: オーム社, 医用画像解析ハンドブック, 藤田広志, 桂川茂彦, 石田隆行監修, 2012, 総頁数855, 分担 pp. 356-361,

片瀨哲朗 他: 分光堂, 診療放射線技術実践ガイド第2版, 遠藤啓吾監修, 2012, 総頁数1083, 分担: 編集および pp.547-551 執筆

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

片瀨 哲朗 (KATAFUCHI TETSURO)
岐阜医療科学大学・保健科学部・教授
研究者番号: 00393231

(2) 研究分担者

原 武史 (HARA TAKESHI)
岐阜大学・医学系研究科・准教授
研究者番号 10283285