

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 28 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21591563

研究課題名（和文）320列領域検出器型CTを用いた肝胆膵悪性腫瘍における形態・機能融合診断法の開発

研究課題名（英文）Functional and morphological integrated assessments of hepato-biliary-pancreatic carcinomas using 320 detector-row CT

研究代表者

吉川 武 (YOSHIKAWA TAKESHI)

神戸大学・大学院医学研究科・特命講師

研究者番号：40332788

研究成果の概要（和文）：新たに臨床応用された Area-Detector CT を用いて上腹部臓器を撮像し機能的情報と形態的情報を一度に取得可能であることが判明した。Area-Detector CT による微細血管描出能の検討、機能的 CT 撮像法の開発、被曝低減ソフトウェアの開発、呼吸による位置ずれ補正ソフトウェアの開発、これらの最適化、得られた CT 画像データから臓器・病変部の血流動態を解析する機能解析ソフトウェアの開発をおこなった。Area-Detector CT は従来の CT より微細構造の描出に優れた。また、3cm 以下の呼吸による位置ずれは十分に補正可能、放射線被曝を約 1/3、造影剤投与量/注入速度を約 1/3 に低減可能とするなど、それぞれにおいて良好な結果を得た。血流解析では代表的 3 解析法の比較により、心機能補正の必要性を見出した。得られた臓器血流情報と臨床情報とを比較することで、病的状態における各臓器の血流変化に関連を認め、腫瘍における鑑別診断に有用な血流パラメーターを発見した。放射線治療、抗癌剤治療の効果判定、治療後の臓器機能の評価にも機能的 CT 検査の有用性が示唆された。本研究結果より肝胆膵悪性腫瘍における形態・機能融合診断法は従来の CT 診断法を凌駕する可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：We evaluated newly-developed Area-Detector CT in functional and morphological assessments of the upper abdominal organ function and diseases. Area-Detector CT was superior to conventional CT in assessment of fine abdominal vessels. We developed CT scanning protocol and injection protocol of contrast medium for abdominal functional (perfusion) CT, correction software for respiratory misregistrations, and software for perfusion analysis with three different analytic methods. Our results showed irradiation during perfusion CT can be reduced to 1/3 and volume and injection rate of contrast medium can be reduced to 1/3 of those in the conventional methods and respiratory misregistrations less than 3 cm can be satisfactorily corrected. Effects of cardiac function were found and it needs to be compensated. In patients with abdominal diseases, we found new findings such as interactions in blood perfusion among the organs and useful perfusion parameters for diagnosis for malignant tumors. It was also found that perfusion CT is useful for assessment of tumor responses after radiotherapy and anticancer agents as well as residual organ function. The results of this study suggest functional and morphological integrated CT using Area-Detector CT can be superior to those of conventional morphological CT in assessments of the upper abdominal organ function and diseases.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
2011 年度	400,000	120,000	520,000
総計	3,900,000	1,170,000	5,070,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：領域検出器型CT、上腹部、臓器血流・機能測定、臓器血流測定ソフトウェア、低 X 線量 CT 撮影、形態・機能融合診断法

## 1. 研究開始当初の背景

肝癌はわが国では癌による死因で男性で第3位、女性で第4位を占め（国立がんセンター調べ）、その死亡率低下への有効かつ迅速な取り組みが現在求められている。適切な治療法の選択には正確な病期診断が不可欠であり、病変の生物学的悪性度により最適な治療法が異なる。さらに、背景の臓器機能の評価が極めて重要であり、治療法の選択に大きく影響する。加えて、他臓器癌転移の好発部位であり、微小転移の早期発見に対しては従来の形態的診断法の限界も報告され、臓器体積測定や血流量測定などの機能的評価への期待の高い領域である。近年、抗癌剤療法の発展も目覚しく、適切な治療効果予測および判定法の確立が急務となっている。

また、胆道癌、膵癌は罹患率こそ高くないものの予後不良な悪性腫瘍であり、早期診断法と正確な臨床病期診断法の確立が急務となっている。また、近年、抗癌剤療法において新たな薬剤が導入され一定の成果を挙げているが、適切な治療効果予測および判定法の確立が急務となっている。

画像診断としてはCTによる形態診断が中心となってきた。近年、多列検出器型CT

(Multi-detector CT) が臨床現場にて用いられ、空間分解能と時間分解能は向上してきたが、病変の質的診断と拡がり診断、良性病変および境界病変と悪性病変との鑑別いずれにも問題を残しており、臨床病期の精度および治療法の選択に大きな影響を与えている。現有の最大列数を有する64列検出器型MDCTをもってしても、高空間分解能化及び高時間分解能化を両立させることは困難であり、形態診断目的に得られた画像を機能診断に応用すること困難であった。

しかし、Area-detector CTは従来の64列検出器を5倍の320列検出器を有し、X線管球及び検出器を従来の約1.8倍の速度で回転させることにより、従来のMulti-detector CTで困難であった高空間分解能及び頭尾方向16cmにわたる関心領域での従来のシネCTに匹敵する時間分解能が得られ、これを形態診断と機能診断の双方に応用することが可能となった。

肝胆膵領域での機能的診断法としては、臓器および病変の体積測定とCT Perfusion法による局所血流量の測定が報告されてきている。肝の体積測定は肝移植および肝切除術前計画にすでに頻用されていきているが、精度の更なる向上には局所血流量測定と併せた評価が

不可欠である。肝の局所血流量測定は、各種びまん性肝疾患での肝機能評価のみならず、微小肝転移の検出においても有用性が示唆されており<sup>(1)</sup>、腫瘍の性状診断への応用も期待されている。胆道系においても詳細な血流情報を付加することによる質的診断精度向上が示唆されている。膵においてはCT Perfusion法による局所血流量測定での急性膵炎の予後予測における有用性が報告されており<sup>(2)</sup>、近年の抗癌剤療法の効果予測・判定を含めた腫瘍性病変へ応用も期待される<sup>(3)</sup>。しかし、従来のCTでは撮像範囲等の制限により臨床応用は困難であった。しかし、Area-detector CTはこれらの制限を一挙に克服しうる可能性を持つと考えられる。

## 2. 研究の目的

我々は①この新たなArea-detector CTを用いた肝胆膵領域での形態・機能融合診断法に適するCTの撮像法の開発、②そのための低線量撮像技術の開発、③得られたCTデータから機能情報を解析するための専用ソフトの開発をおこない、従来のCT診断、血管造影下CT診断、病理組織、化学療法の効果判定などと対比し、④従来の形態診断では解明困難であった病態を定量的機能解析結果を用いて詳細に検討することで新たな形態診断法の確立し、⑤形態診断データを用い機能解析の定量性の検証および補正を行う。これらにより従来の形態診断と新たな機能診断を相互補完・融合し、従来のMDCTで不可能であった新たなCT診断法を開発する。

## 3. 研究の方法

書面による参加の同意が得られた肝胆膵腫瘍が疑われる患者60名に対して以下の検討を行う。

1) Area-detector CTによる形態及び機能診断用CT撮像法の開発と低線量撮像技術の開発。

- ・管電圧・管電流の最適化
- ・自動管電流変換機能のパラメーターの最適化
- ・体幹部用CTファントムにてノイズの測
- ・複数回呼吸停止による位置ずれ補正ソフトウェアの開発
- ・造影剤注入条件の最適化・造影剤使用量および注入速度の軽減
- ・臨床画像データより、画像再構成法及びノイズ除去フィルター等の低線量CT用の画像改善法を開発する。

・従来の形態診断法の高空間分解能化、高時間分解能化し付加情報を抽出し有効性を検討する。

・血管分岐破格に関する情報および腫瘍に伴う異常血管構築パターンをArea-detector CTによる造影ダイナミックシネCT撮像にて検出するか検討する。

2) 血流量を主とした機能診断用解析ソフトの開発。

本研究以前に開発したCT perfusion用血流解析ソフトウェアにて最大傾斜法、コンパートメントモデル法、デコンボリューション法などの解析手法の特徴と問題点を抽出する。

3) 画像解析ソフトの開発及び形態診断情報と機能的診断情報の融合

・得られた臨床CTデータを元に新たに上腹部全体の血流解析を可能とするArea-detector CT用血流解析ソフトを作成する。これにより上腹部各臓器の局所血流量および腫瘍血流量測定を行う。

・臓器体積情報、血液生化学的検査、核医学的肝機能検査、臨床病期分類などを比較し、有効性に関して検討を行う。

腫瘍診断については、形態的情報及び微細血管情報と解析ソフトにより算定された腫瘍血流量情報・体積情報を比較し、形態情報に機能情報を付加することの有効性に関して検討を行う。

4) 抗癌剤療、放射線療症例における新たな効果予測法・判定法の開発

・肝胆膵領域癌患者のうち抗癌剤療法もしくは放射線療法で治療された患者群に対してretrospectiveな解析を行い、治療効果に影響する因子を検討し、効果判定に有効なパラメーターを抽出する。

・経過観察中の症例において複数回の測定を行い、形態的・機能的所見の変化を検討し、治療効果判定に有効なパラメーターを抽出する。

#### 4. 研究成果

平成21年度は、Area-detector CTの高空間分解能撮影による形態診断の向上を評価するため腹部臓器の微細血管描出能を従来型CTと比較し、Area-detector CTが優れることを示した。頭尾方向に広い関心領域を担保する目的でArea-detector CTでの頭尾方向の撮影範囲の検討を行い、過半数の症例で肝全体を一度に撮像できることが判明した。次いで、頭尾方向に広い範囲で低X線量CT撮影を行い開発中のソフトウェアを使用す

ることで上腹部全体の病変や臓器の血流情報を得ることが可能であることを示した。血流量による腹部臓器機能評価法の開発および妥当性の初期的検討として、各種解析法の比較検討を行った。これらの結果を各学会にて報告した。また、撮影条件や造影剤投与条件の最適化の初期的検討および低X線量CT撮影技術の開発と妥当性の評価を開始した。

平成22年度は、前年度に引き続き微細血管描出能の検討を行い、Area-detector CTが従来のCTより優れることを確認した。また、前年度に開発した上腹部全体の病変や臓器の血流情報を得る解析ソフトウェアを用いて初期的検討を行った。結果、主な3つの血流解析法間での顕著な相違を発見し報告した。造影条件の最適化では、従来報告されていた造影剤投与量は下大静脈への逆流を高率に引き起こし血流解析には削減が必要であることを証明した。詳細な検討の結果、70-80mlから20mlへの大幅な造影剤量の削減が可能が判明し、通常のCT検査とperfusion検査の同時施行の可能性を示したが、同時施行の際には測定誤差が生じることがわかった。肝疾患群・非疾患群の比較では、慢性肝疾患で上腹部臓器すべてに動脈血流量低下が生じることが判明し、各臓器間の血液循環に関連を発見した。低X線量CT撮影の開発では、国際放射線防護委員会(ICRP)がArea-detector CTの登場に対応し被曝線量基準を変更したため研究に遅延が生じたが、これに伴いCT装置上での被験者の被曝量の推定法が確立されたため、東芝メディカルシステムズと共同開発した被曝線量を半減する逐次近似画像再構成法(AIDR)を血流測定に応用し初期検討を開始した。

平成23年度は、前年度に引き続き我々が開発した三法のアルゴリズムを用いて上腹部全体の病変や臓器の血流情報を得る解析ソフトウェアを用いて検討を行った。前年度までに判明している血流解析法間での血流解析結果の相違を詳細に検討した結果、最大傾斜法とデコンボリューション法が撮影・造影条件の影響を受けにくいことを発見し報告した。造影条件の最適化では、血流解析結果は造影剤濃度の影響を受けるものの通常使用されている濃度では問題は生じないことを報告した。低X線量CT撮影の開発では、前年度に引き続き逐次近似画像再構成法(AIDR)の機能的CT診断への応用を進め、60%の被曝低減が可能であることを見出し、報告した。さらに、東芝メディカルシステムズと共同開発した被曝線量を大幅に削減する新型逐次近似画像再構成法(AIDR3D)を血流測定に応用した結果、従来法と比較し被曝線量は約1/3に減少し、通常のCT検査に血流測定を併用可能となった。さらに臓器機能評価では、軽度の肝機能障害で

は肝自体の血流よりも胃・脾・脾の血流に変化が生じ、上腹部臓器における門脈に依存した独自の血行動態変化が観察された。肝腫瘍での検討では、良性・悪性腫瘍の鑑別には平均通過時間 (MTT) が最も有用であり、腫瘍周囲の正常実質でも血行動態に変化が生じ腫瘍診断に周囲組織の血流情報が有用であることを見出し、報告した。少数例での検討ではあるが、抗癌剤治療、放射線治療後には腫瘍の血流が顕著に減少し効果判定に有用であるのに加え、血管浸潤部の評価や残存臓器血流評価が可能で治療方針の決定に有用である可能性が示された。また、非侵襲的に肝全体の門脈血流量が評価可能、門脈腫瘍塞栓の治療による解除の評価が可能など、腹部の外科的治療、インターベンショナルラジオロジー的治療の方針決定と治療効果判定に有効であった。

#### 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 10 件)

1. Negi N, Yoshikawa T, Ohno Y, Somiya Y, Sekitani T, Sugihara N, Koyama H, Kanda T, Kanata N, Murakami T, Kawamitsu H, Sugimura K. Hepatic CT perfusion measurements: A feasibility study for radiation dose reduction using new image reconstruction method. Eur J Radiol. 査読有、in press、doi:10.1016/j.ejrad.2012.04.024
2. Piper J, Ikeda Y, Fujisawa Y, Ohno Y, Yoshikawa T, O'Neil A, Poole I. Objective evaluation of the correction by non-rigid registration of abdominal organ motion in low-dose 4D dynamic contrast-enhanced CT. Phys Med Biol. 査読有、2012;21;57(6):1701-15.
3. Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y, Fujisawa Y, Kanata N, Yamaguchi M, Seo Y, Yano Y, Koyama H, Kitajima K, Takenaka D, Sugimura K. Perfusion measurement of the whole upper abdomen of patients with and without liver diseases: Initial experience with 320-detector row CT. Eur J Radiol. 査読有、in press、doi:10.1016/j.ejrad.2011.10.009
4. Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y, Kanata N, Koyama H, Takenaka D, Sugimura K. CT hepatic perfusion measurement: Comparison of three analytic methods. Eur J Radiol. 査読有、in press、doi:10.1016/j.ejrad.2011.07.003
5. Koyama H, Ohno Y, Yamazaki Y, Matsumoto K, Onishi Y, Takenaka D, Yoshikawa T, Nishio M, Matsumoto S, Murase K, Nishimura Y, Sugimura K. Reduced-dose chest CT with 3D automatic exposure control vs. standard chest CT: Quantitative assessment of emphysematous changes in smokers' lung parenchyma. Eur J Radiol. 査読有、in press、doi:10.1016/j.ejrad.2011.03.037
6. Kitajima K, Maeda T, Ohno Y, Yoshikawa T, Konishi M, Kanda T, Onishi Y, Matsumoto K, Koyama H, Takenaka D, Sugimura K. Capability of abdominal 320-detector row CT for small vasculature assessment compared with that of 64-detector row CT. Eur J Radiol. 査読有、2011;80(2):219-23.
7. Sugihara R, Kitajima K, Maeda T, Yoshikawa T, Konishi M, Kanata N, Kanda T, Koyama H, Takenaka D, Ohno Y, Sugimura K. Comparison of Capability of Abdominal 320-Detector Row CT and of 16-Detector Row CT for Small Vasculature Assessment. 査読有、Kobe J Med Sci. 2011;56(4):E154-61.
8. 吉川 武、大野良治、神田知紀、金田直樹、矢野嘉彦、瀬尾 靖、福本 巧、具 英成。マルチスライスCTによる肝画像診断の進歩：肝灌流検査としての臨床応用。肝胆膵画像 13(1)、査読無、2011、pp.45-50
9. Ohno Y, Koyama H, Matsumoto K, Onishi Y, Takenaka D, Fujisawa Y, Yoshikawa T, Konishi M, Maniwa Y, Nishimura Y, Ito T, Sugimura K. Differentiation of malignant and benign pulmonary nodules with quantitative first-pass 320-detector row perfusion CT versus FDG PET/CT. Radiology. 査読有、2011;258(2):599-609.
10. Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y, Kanata N, Koyama H, Nogami M, Takenaka D, Sugimura K. Hepatic computed tomography perfusion: comparison of maximum slope and dual-input single-compartment methods. Jpn J Radiol. 査読有、2010;28(10):714-9.

[学会発表] (計 25 件)

1. 金田直樹、吉川 武、神田知紀、大野良治、藤沢恭子、根宜典行、神山久信、竹中大祐、

- 北島一宏、杉村和朗. 上腹部 CT Perfusion による肝機能の評価. 第 71 回日本医学放射線学会学術集会. 2012 年 5 月 12-15 日. 横浜.
2. 松尾圭朗、神田知紀、吉川 武、大野良治、藤澤恭子、金田直樹、村上 徹、神山久信、竹中大祐、杉村和朗. CT perfusion による肝腫瘍の評価. 第 71 回日本医学放射線学会学術集会. 2012 年 5 月 12-15 日. 横浜.
  3. 神田知紀、吉川 武、大野良治、藤澤恭子、金田直樹、小西 稔、神山久信、北島一宏、竹中大祐、杉村和朗. 上腹部 CT perfusion : 造影剤濃度が解析法に及ぼす影響の検討. 第 71 回日本医学放射線学会学術集会. 2012 年 5 月 12-15 日. 横浜.
  4. Negi N, Yoshikawa T, Ohno Y, Somiya Y, Sekitani T, Kanda T, Murakami T, Kawamitsu H, Sugimura K. Hepatic CT Perfusion Measurements: Effects of Radiation Dose Reduction and New Image Reconstruction Method. Annual Meeting of European Congress of Radiology 2012, Vienna, Austria, March 1-5, 2012.
  5. Yoshikawa T, Kanda T, Ohno Y, Negi N, Kanata N, Takenaka D, Koyama H, Kitajima K, Sugimura K. Hepatic CT Perfusion: Assessment of Liver Tumors. Annual Meeting of European Congress of Radiology 2012, Vienna, Austria, March 1-5, 2012.
  6. Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y, Negi N, Kanata N, Takenaka D, Koyama H, Kitajima K, Sugimura K. Upper Abdominal CT Perfusion: Effects of Contrast Medium Iodine Concentration on the Values Estimated by Three Analytic Methods. Annual Meeting of European Congress of Radiology 2012, Vienna, Austria, March 1-5, 2012.
  7. 松尾圭朗、神田知紀、吉川 武、大野良治、神山久信、金田直樹、竹中大祐、北島一宏、杉村和朗. CT perfusion による肝腫瘍の評価. 第 18 回肝血流動態イメージ研究会. 2012 年 1 月 28 日. 神戸.
  8. Yoshikawa T, Kanda T, Ohno Y, Fujisawa Y, Kanata N, Koyama H, Takenaka D, Onishi Y, Kitajima K, Sugimura K. CT Perfusion Assessment of Liver Tumors. 97th Annual Meeting of Radiological Society of North America, Chicago, Nov 29, 2011.
  9. Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y, Fujisawa Y, Murakami T, Koyama S, Kanata N, Takenaka D, Koyama H, Kitajima K, Sugimura K. Whole Upper Abdominal CT Perfusion Measurements: Effects of Contrast Medium Iodine Concentration on the Values Estimated by Three Analytic Methods. 97th Annual Meeting of Radiological Society of North America, Chicago, Nov 28, 2011.
  10. 吉川 武. AIDR が変える低被ばく CT 撮影の今後の姿. 腹部領域における低被ばく撮影の臨床応用—特に腹部 Perfusion CT を中心に—. Vision for Tomorrow 2011. 2011 年 9 月 10 日. 大阪.
  11. 神田知紀、吉川 武、大野良治、小西 稔、山口雅人、金田直樹、神山久信、竹中大祐、北島一宏、杉村和朗. 320 列 CT を用いた上腹部血流測定: 造影条件の血流値に対する影響. 第 70 回日本医学放射線学会学術集会. 2011 年 5 月 9-20 日. Web 開催.
  12. 神田知紀、吉川 武、大野良治、小西 稔、山口雅人、金田直樹、神山久信、竹中大祐、北島一宏、杉村和朗. 320 列 CT を用いた上腹部 CT Perfusion : 臓器血流量の肝疾患群・非疾患群および各種治療前後の比較. 第 70 回日本医学放射線学会学術集会. 2011 年 5 月 9-20 日. Web 開催.
  13. Kanda T, Yoshikawa T, Ohno Y, Kanata N, Yamaguchi M, Koyama H, Takenaka D, Kitajima K, Sugimura K. Perfusion Measurements of the Whole Upper Abdomen in Patients with and without Liver Diseases: Initial Experiences with 320-Detector Row CT. Annual Meeting of European Congress of Radiology 2011, Vienna, Austria, March 3-7, 2011.
  14. Yoshikawa T, Kanda T, Ohno Y, Konishi M, Kanata N, Koyama H, Takenaka D, Kitajima K, Sugimura K. Optimization of Contrast Medium Administration in Whole Upper Abdominal CT Perfusion Measurements with 320-Detector Row CT. Annual Meeting of European Congress of Radiology 2011, Vienna, Austria, March 3-7, 2011.
  15. 神田知紀、吉川 武、大野良治、小西 稔、山口雅人、金田直樹、神山久信、竹中大祐、北島一宏、杉村和朗. 320 列 CT を用いた上腹部血流測定: 造影条件の血流値に対する影響. 第 17 回肝血流動態イメージ研究会. 2011 年 1 月 29 日. 横浜.
  16. 神田知紀、吉川 武、大野良治、小西 稔、山口雅人、金田直樹、神山久信、竹中大祐、

- 北島一宏、杉村和朗。320列CTを用いた上腹部CT Perfusion：臓器血流量の肝疾患群・非疾患群および各種治療前後の比較。第17回肝血流動態イメージ研究会。2011年1月29日。横浜。
17. Kanata N, Yoshikawa T, Konishi M, Ohno Y, Kanda T, Koyama H, Takenaka D, Onishi Y, Kitajima K, Koto N, Sugimura K. Whole Upper Abdominal CT Perfusion Measurements: Optimization of Contrast Medium Administration with 320-Detector Row CT. 96th Annual Meeting of Radiological Society of North America, Chicago, Nov 29, 2010.
18. 吉川 武。320列Area-Detector CTの腹部領域への応用。-上腹部Perfusion CTを中心に-。第1回肝Perfusion CT研究会。教育講演。2010年4月21日。新潟。
19. 北島一宏、前田哲雄、吉川 武、大野良治、小西 稔、神田知紀、神山久信、竹中大祐、藤井正彦、杉村和朗。320列CTによる腹部微細血管描出能の検討：64列CTとの比較。第69回日本医学放射線学会学術集会。2010年4月8-11日。横浜。
20. Yoshikawa T, Ohno Y, Takenaka D, Koyama H, Nogami M, Maeda T, Sugimura K. CT perfusion of the liver: Comparison of three analytic methods. Annual Meeting of European Congress of Radiology 2010, Vienna, Austria, March 4-8, 2010.
21. Kitajima K, Maeda T, Yoshikawa T, Kanda T, Konishi M, Ohno Y, Sugimura K. Helical Scan Protocol on 64-Detector Row CT vs. Step-and-Shoot Scan Protocol on 320-Detector Row CT: Capability for Small Abdominal Vasculature Assessment in Routine Clinical Practice. Annual Meeting of European Congress of Radiology 2010, Vienna, Austria, March 4-8, 2010.
22. 神田知紀、吉川 武、大野良治、小西 稔、前田哲雄、北島一宏、神山久信、竹中大祐、杉村和朗。320列面検出器型CTを用いた上腹部臓器の血流測定。第16回肝血流動態イメージ研究会。2010年1月30日。神戸。
23. Yoshikawa T, Ohno Y, Takenaka D, Koyama H, Nogami M, Maeda T, Sugimura K. CT Hepatic Perfusion Measurement: What is the Reliable Method for Analysis? 95th Annual Meeting of Radiological Society of North America, Chicago, Dec 1, 2009.
24. 吉川 武。320列Area-Detector CTの体幹部における初期経験と可能性。第23回

腹部放射線研究会。ランチョンセミナー。2009年6月19日。岡山。

25. 吉川 武、大野良治、寺田真理、川西徹、前田哲雄、神山久信、野上宗伸、竹中大祐、杉村和朗。CT Perfusion法を用いた局所肝血流測定 -各解析法の比較-。第68回日本医学放射線学会学術集会。2009年4月。横浜。

〔図書〕(計0件)

〔その他〕

ホームページ等：該当なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

吉川 武 (YOSHIKAWA TAKESHI)  
神戸大学・医学研究科・特命講師  
研究者番号：40332788

### (2) 研究分担者

大野 良治 (OHNO YOSHIHARU)  
神戸大学・医学研究科・特命准教授  
研究者番号：30324924

竹中 大祐 (TAKENAKA DAISUKE)  
神戸大学・医学研究科・准教授  
研究者番号：60258233

前田 哲雄 (MAEDA TETSUO)  
神戸大学・医学研究科・特命講師  
研究者番号：00457095

松本 純明 (MATSUMOTO SUMIAKI)  
神戸大学・医学研究科・特命講師  
研究者番号：60397833

杉村 和朗 (SUGIMURA KAZURO)  
神戸大学・医学研究科・教授  
研究者番号：50167459

### (3) 連携研究者

村瀬 研也 (MURASE KENYA)  
大阪大学・医学研究科・教授  
研究者番号：50157773