

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25年 5月26日現在

機関番号：15501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22791199

研究課題名（和文） 血流イメージを用いた喀血の病態解析

研究課題名（英文） Evaluation of pathologic condition of the hemoptysis by using pulmonary perfusion imaging

研究代表者

松隈 美和 (MATSUKUMA MIWA)

山口大学・医学部・特別医学研究員

研究者番号：70467801

研究成果の概要（和文）：喀血症例に対し肺灌流 CT (dual energy CT) を用いた肺灌流像と肺血流シンチを撮影し、画像比較を行った。肺灌流 CT から得られた肺灌流像は、肺灌流像の分布 (histogram) を作成し、肺血流 SPECT 像やプラナー像と比較した。肺灌流 CT では、喀血例における肺灌流不均衡の病態を数値化し評価した。喀血例に対して、侵襲的な血管造影により関与血管を同定し、体循環－肺循環短絡を観察することで、肺灌流 CT の灌流異常域と過灌流域が一致するか検討した。また、dynamic な肺動脈造影と static な肺血流シンチと比較し、喀血部位を特定するとともに、体循環－肺循環短絡を直接的に画像化する試みを行った。上記で数値化した値を、SPSS で解析を試みたが、症例数の蓄積が得られず有意な結果を得ることができなかった。

研究成果の概要（英文）：For patients with hemoptysis, comparison between perfusion CT obtained by dual energy CT and pulmonary blood flow scintigraphy was performed. Histogram analysis of the pulmonary perfusion imaging was also performed comparing with blood flow scintigraphy. In patients with hemoptysis, the heterogeneity of pulmonary perfusion was evaluated with grading scores on pulmonary perfusion CT. Digital subtraction angiography, which is an invasive examination, was performed to identify the feeding vessels for hemoptysis, and was compared with the findings of pulmonary perfusion CT. Comparison between pulmonary perfusion CT and pulmonary blood flow scintigraphy was also performed. Comparing the perfusion mapping among these modalities, we performed a trial to evaluate the pathologic condition and origin of the hemoptysis visually. However, we could not obtain significant results because of limited numbers of patients.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

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： 喀血、dual energy CT、肺血流シンチ

1. 研究開始当初の背景

喀血は通常、気管支の慢性炎症に伴い、気管支動脈などの体循環からの新生血管増生により、末梢気管支・肺泡レベルで気管支動脈・肺動脈シャントが形成され、体循環圧が本来肺循環圧で構成されている肺泡レベルにかかることで肺泡の血管が破綻するために認められる。従来の肺血流シンチ検査では、 ^{99m}Tc -MAA 粒子を用いて肺動脈の細血管に微小な塞栓を起こし、この ^{99m}Tc -MAA 粒子の分布を画像化しているため、肺動脈血流を主体にみていることになる。これは、肺血流シンチは、 ^{99m}Tc -MAA 粒子を用い、肺血流を評価する方法であるが肺毛細血管内径が 6-10 μm なのに対し、MAA 粒子径が 10-60 μm と大きいいため、肺の前毛細血管または肺毛細血管床に捕捉される。肺泡レベルで、体循環-肺動脈短絡があれば、高圧系の体循環圧が肺泡レベルの血管にかかるため、低圧系の肺循環からなる ^{99m}Tc -MAA 粒子の分布は認められないことになる。肺血流シンチで欠損となれば、肺血栓塞栓症の可能性もあり、造影 CT で肺動脈内の血栓を評価する必要がある。しかし、肺泡レベルの肺動脈血流は CT の空間分解能では描出不十分で血流の有無を確認できない。肺血栓塞栓症では肺血流シンチ及び肺灌流 CT でも欠損として認められるが、喀血などの体循環圧が肺泡に掛かっている症例では肺血流シンチでは欠損として認められるが(図 1a)、肺灌流 CT では灌流が認められることになり、肺血栓塞栓症とは異なる画像を得ることが期待できる。当院では 2 管球 CT で 80kV と 120kV の異なるエネルギーを照射することで (dual energy 法)、肺泡レベルのヨード分布を画像化することが可能で、形態では分からない肺泡レベルの造影剤分布を可視化できる。 ^{99m}Tc -MAA 粒子に比して、ヨード造影剤は粒子径が非常に小さく、末梢の肺動静脈や体循環血流からの側副血流へも流れ、肺血流シンチとは対象とする粒子径も異なる。この原理や対象粒子径の異なる 2 つのモダリティを比較することで、肺血栓塞栓症と体循環-肺循環短絡が主たる原因である喀血とで、異なる肺灌流 CT 画像が得られ、喀血における体循環-肺循環短絡の病態を的確に画像化でき、また治療前後の画像を

比較することで肺泡レベルでの灌流の変化を直接画像化できるものと思われる。

2. 研究の目的

喀血症例について肺灌流イメージと肺血流シンチを行い、両画像を比較することで、肺泡レベルでの肺循環・体循環からの関与の画像化を試み、塞栓部位の適性を評価する。また、喀血例より塞栓術が必要になる場合もあり、気管支動脈を含めた体循環の関与を確認する。喀血例では、必ずしも有用ではないが、肺動脈造影も行うことで、肺循環も確認できる。これらの血管造影像をもとに、肺灌流 CT 像及び肺血流シンチ像 (SPECT 像) を、視覚評価する。肺血流シンチの欠損の程度と肺灌流 CT の灌流程度を評価することで、喀血の重症度を予見できるか判断する。

3. 研究の方法

当院に喀血にて紹介された症例や院内発生例に対して、同時期に肺灌流 CT (dual energy CT) を用いた肺灌流像と ^{99m}Tc -MAA 粒子を用いた肺血流シンチ (SPECT 像) を撮影し、画像比較を行う。

(1) 灌流 CT は、右正中静脈から 300mgI/ml 造影剤を 3ml/sec で急速注入後 20 秒後に 2 管球 CT で 80kV 及び 140kV の dual-energy モードで尾頭側方向に全肺を撮影する。得られた画像から、80kV、140kV とこれらの合成による 120kV 相当の画像及びヨード画像である肺灌流画像 (blood volume 像) を workstation 上で作成する。これらの画像を on-line workstation (ZIOstation) へ送り、肺血流シンチ画像に似た画像としてカラー表示する。

(2) 肺血流シンチは、肺灌流 CT と同時期に肘静脈から ^{99m}Tc -MAA 粒子を注入し、安静時呼吸及び息止め SPECT 像を撮影する。今回の検討では、息止め SPECT 像と比較する。当院での SPECT 像は 3.3mm 圧に再構成されているため、肺灌流 CT のカラー表示画像も 3mm に再構成する。

① これらの肺灌流 CT 画像と肺血流 SPECT 像を同一断面で比較し、肺血流シンチの低下域での肺灌流 CT での造影剤分布の状態を視覚評価する。

② 次に、喀血例における肺灌流不均衡の病態を数値化し評価するために、肺血流シンチでの低下域に相当する肺灌流 CT 領域と、非病変部の肺灌流 CT 領域の吸収値を測定し、肺

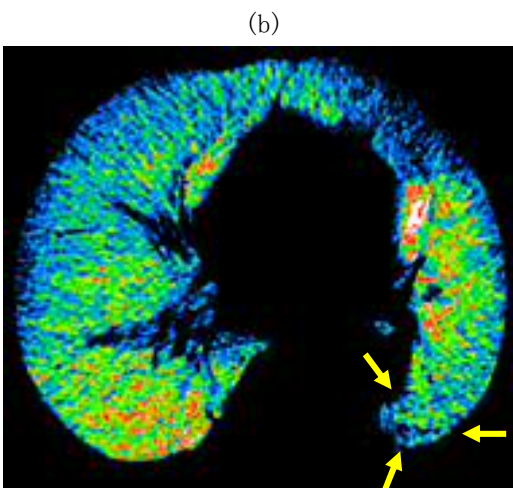
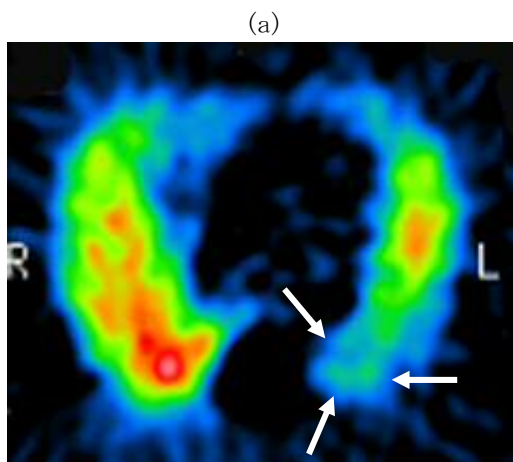
灌流が増加しているかも検討する。

③喀血例に対して、侵襲的な血管造影により関与血管を同定し、体循環-肺循環短絡を観察することで、肺灌流 CT の灌流異常域と過灌流域が一致するか検討する。また、dynamic な肺動脈造影と static な肺血流シンチとを比較し、整合性や欠損域及び肺灌流像との関係を比較することで、体循環-肺循環短絡を直接的に画像化する試みを行った。

4. 研究成果

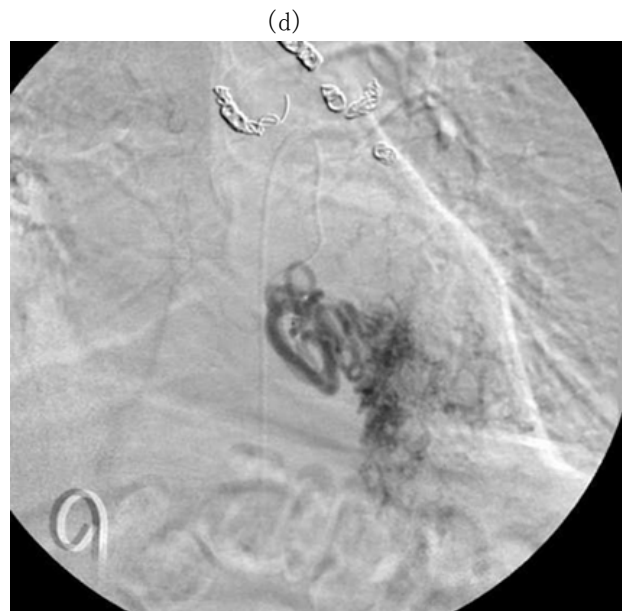
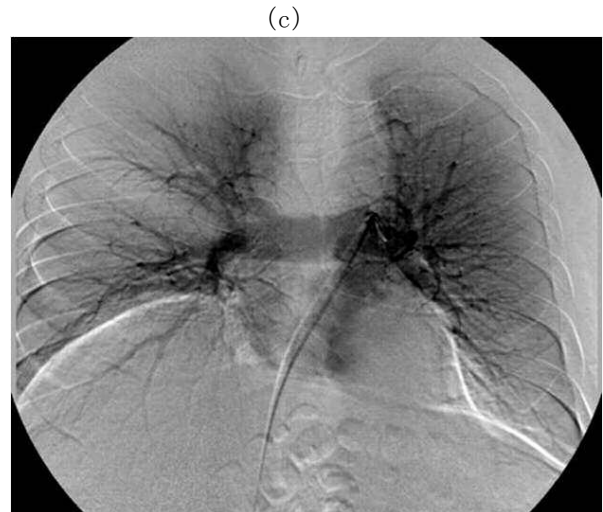
喀血症例において、肺血流シンチと肺灌流 CT との所見に解離の見られた症例を経験した (図 1)。

図 1: 50 歳代男性。慢性気管支炎に伴い喀血を来した症例。(a) 肺血流シンチ、(b) 肺灌流 CT、(c) 血管造影 (肺動脈造影)、(d) 血管造影 (気管支動脈造影)



肺血流シンチでは、左肺下葉背側で、肺血流が低下している (図 1a) が、肺灌流 CT ではヨード分布の低下が少ない (図 1b) ことから、体循環などから側副血流が関与している可能性があると思われる。

しかし、肺灌流 CT では、相対的に体循環血流が増加することで喀血部が過灌流になることが期待されたが、本例では周囲肺実質と比較して血流に著明な増加は認められない。これは、低圧系の肺動脈循環と高圧系の圧体循環との関係と共に、血流量が問題と思われる。肺動脈レベルでは、圧倒的に肺動脈血流が多く、体循環-肺循環短絡による血流が増加しても、体循環からの血流量は多くはない可能性がある。



肺動脈造影では、左下肺動脈血流が低下し (図 1c)、気管支動脈造影では、左下肺動脈領域に拡張蛇行した異常血管が認められる (図 1d)。このことから、本研究の主旨には合致するが、肺灌流 CT で過灌流としては認められていない。

このことは、肺灌流 CT の撮像条件なども影響している可能性がある。また、肺灌流 CT 画像は肺胞レベルのヨード造影剤分布を画像化しているため、気管支動脈が集簇している部位では、肺胞の含気が失われ（無気肺状態）、肺灌流 CT では必ずしも肺灌流画像としては認められない可能性がある。

肺灌流 CT は、2 管球 CT が開発され、急速に臨床応用されている検査機器であり、本例で行ったような肺血流シンチの比較や適切な撮像法及び造影法の決定など多くに基礎的検討項目がある。

研究期間中の当院での喀血症例は多くなく、経験する喀血症例のなかには呼吸状態が悪く息止めの困難な症例や緊急を要する症例が多かったため、救命のため肺血流シンチや肺灌流 CT などを行う時間がない症例が少なくなかった。肺血流シンチや肺灌流 CT が施行される時間的余裕がなく、緊急で血管造影・塞栓術となる症例が多く見られたため、結果として有効な症例数の蓄積が得られず有意な結果を得ることができなかった。本検討を継続していくことで、体循環-肺循環短絡は従来、侵襲的な血管造影でしか確認できなかったが、肺血流シンチと肺灌流 CT とを比較することで低侵襲的に評価できる可能性がある。しかし、肺灌流 CT では、撮影法や撮影タイミング、造影法など克服すべき課題は多いものと思われる。

肺灌流 CT は肺血流シンチに比べ空間分解能力が高く、撮影時間も短く、定量化も可能となっていることから、形態画像と機能画像を同時に収集し融合することで、形態画像と機能画像を同時に評価できる可能性がある。また、肺血流シンチに比して肺灌流 CT は高い空間分解能を有するため、体循環・肺循環短絡などを含めた肺内の微小循環を直接評価できる可能性があり、今後各種症例で、それぞれの異なる病態を集め検討を続けていきたい。

5. 研究組織

(1) 研究代表者

松隈 美和 (MATSUKUMA MIWA)

山口大学・医学部・特別医学研究員

研究者番号：70467801