

平成25年 2月

島谷康彦 学位論文審査要旨

主 査 河 合 康 明
副主査 清 水 英 治
同 小 川 敏 英

主論文

Clinical feasibility of pulmonary perfusion analysis using dynamic computed tomography and a gamma residue function

(Dynamic CTとガンマ関数モデルを用いた肺循環動態解析法の臨床応用)

(著者：島谷康彦、小谷和彦、岡田順子、飴谷資樹、神納敏夫、小川敏英)

平成25年 Japanese Journal of Radiology 掲載予定

学 位 論 文 要 旨

Clinical feasibility of pulmonary perfusion analysis using dynamic computed tomography and a gamma residue function

(Dynamic CTとガンマ関数モデルを用いた肺循環動態解析法の臨床応用)

従来、ヒトにおける種々の臓器の循環動態は核医学的手法を用いて研究されてきたが、CTやMRIの進歩によりこれらを用いた循環動態解析法が検討されており、その代表が急性期脳梗塞における臨床応用である。一方、肺の循環動態に関しても、これらの手法を用いた検討がなされているものの、未だ確立した解析法はない。本研究では、ガンマ関数に一次関数を加えた血流モデルを用いて、正常および病的肺の循環動態解析を行い、本法の臨床応用の可能性を検討した。

方 法

健常者20人と患者5人を対象に、16列マルチスライスCT（東芝社製CT、Aquilion 16）を使用し、肺門レベルを中心にスライス厚8 mmで4スライス（体軸方向に32 mm）のダイナミックスキャンによるデータ収集を行った。ダイナミックスキャンは、非イオン性ヨード造影剤（300 mgI/ml）40 mlを上腕静脈より4 ml/秒で注入開始5秒後から、1スキャンを1秒で実施し、同一部位で30秒間の連続スキャンを行った。DICOMフォーマットで転送された画像データをもとに、最初の2画像の平均をベース画像として計算し、ピクセル毎の時間濃度曲線（time attenuation curve: TAC）を作成した。尚、CT値が-600 HU未満のピクセルを肺野と定義し、肺野を左右および腹側と背側に4分割し、各領域のTACを比較検討した。

結 果

健常者の肺野において、4パターンのTACが観察された。すなわち、漸増しピーク出現後に著減する単峰性のTAC（type I）、単峰性のパターンを示した後に再度漸増するTAC（type II）、ピークはなく漸増するTAC（type III）、それ以外のTAC（type IV）である。尚、type Iのうち肺動脈と大動脈のピーク間でピークを示すTACをtype Iaとし、大動脈のピークより遅れたTACをtype Ibに分類した。肺野全体のピクセルのうち約83%がピークの検出が可能なtype Iないしtype IIであり、type IIIは約8%であった。

CT値は肺野の背側で高く、同部では腹側に比べピークまでの到達時間と平均通過時間は

短かった。また、ピークのCT値は肺野背側で有意に高い一方、単位軟部組織当たりに換算した値は有意に低かった。type Ibは腹側に多く認められ、type IIIは分散しているものの、気管支血管束近傍に存在する傾向を認めた。

患者群の病変部のTACでは、ピークの遅延（type Ib）やピークがなく漸増する（type III）ピクセルの割合が多く認められた。肺癌による閉塞性肺炎が放射線治療で改善した症例では、形態学的には閉塞性肺炎が改善している領域においても血流遅延が明瞭に描出された。

考 察

定量的な循環動態解析においては、動脈入力関数を仮定し組織のTACから血流量を算出する。したがって得られる結果の精度は動脈入力関数の精度に依存することから、この動脈入力関数が適切でない場合には正確に血流量を計測することは困難である。一方、ガンマ関数を用いた手法では定量的な評価は困難なもの、動脈入力関数に依存しない利点がある。一般に、病変部の血流は正常部に比べ遅延すると考えられるが、撮影中は呼吸停止が求められるため、検査時間が限定される肺では、従来の検査法では早期漸増部分しか評価することができない。今回の検討では、肺循環動態の評価法としてガンマ関数に一次関数を組み合わせてTACパターンの解析を行った。

健常者の場合、大半を血管腔が占める肺胞壁に認められるtype IおよびIIのTACは、肺動脈に灌流される解像度限界以下の小血管や毛細血管床の造影効果を示している。type IIIのTACは、30秒間の検査時間後にピークをもつ遅延した血流であり、結合組織における緩やかな造影効果の早期立ち上がり部分を検出していると考えられる。肺野の腹側と背側領域との比較で、有意に早い造影効果が背側に示されたことは、比重の大きい造影剤の流入が血管分岐構造により異なることや、解剖構造に伴う流れ易さの違いを示している。病変部では炎症による浸出液の貯留、血管外腔の拡大、血管抵抗の増加や側副灌流等の原因により、正常部に比べ血流が遅延するとされ、ピークが遅延するTACの増加がその指標になり得る。末梢肺では、組織の血流変化を直接評価するためには含気率を考慮する必要があり、CT値を初めとして構造の情報をあわせて検討することが重要と考える。

尚、CT検査では常に放射線被曝が問題となるが、線量の低下はS/N比の低下を招来する。しかし、本法は十分な線量低減に対応可能であり、臨床応用可能な解析法と考えられる。

結 論

ガンマ関数に一次関数を加えたダイナミックCTを用いた肺循環動態解析法は、臨床応用可能な手法であることが示唆された。