

## 博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名	佐藤 辰彦
学位	博士 (医学)
学位記番号	新大院博 (医) 第 1000 号
学位授与の日付	令和3年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
博士論文名	Low tube voltage computed tomography venography for patients with deep vein thrombosis of the lower extremities: a comparison with venous ultrasonography. (低管電圧 CT venography を用いた下肢深部静脈血栓症の診断能：静脈超音波検査との比較)
論文審査委員	主査 教授 土田 正則 副査 教授 西條 康夫 副査 准教授 尾崎 和幸

### 博士論文の要旨

#### 【背景と目的】

下肢静脈の超音波検査 (Ultrasonography ; 以下 US) は深部静脈血栓症 (Deep Vein Thrombosis ; 以下 DVT) の標準的な画像診断法とされている。一方で、静脈造影 CT (Computed Tomography Venography ; 以下 CTV) は DVT と肺血栓塞栓症 (Pulmonary Embolism ; 以下 PE) を同時に評価可能であるため臨床的に有用である。

また、近年では最新の画像技術である逐次近似再構成法 (Iterative Reconstruction ; 以下 IR) を併用した低管電圧 CT により、ノイズを抑えながら画像コントラストを高め、放射線被曝量を低減することが可能となってきた。

DVT の画像診断能については、従来の管電圧で撮影した CTV を US と比較した先行研究が複数あり、いずれも膝より上 (大腿-膝窩) の静脈においてほぼ同等 (90%以上の感度と特異度) と報告されている。一方で、膝より下 (下腿) の静脈において CTV と US を比較した報告はほとんど見られなかった。

そこで申請者らは、膝上から膝下までの DVT 診断能について、逐次近似再構成法を併用した低管電圧 CTV と US を比較することにした。目的は2つあり、1つは膝上の DVT 診断能について低管電圧 CTV が従来の管電圧による CTV に劣らないかどうか明らかにすること、もう1つはほとんど研究のない膝下の DVT 診断能について低管電圧 CTV を用いて調査することである。

#### 【方法】

2015年12月から2017年4月までの間、当院において PE や DVT を疑って造影 CT が撮影された連続 318 患者のうち、前後 1 日以内に US を施行された 65 患者を抽出し、そのうち逐次近似再構成法を併用した低管電圧 CTV で撮影された 55 患者を後方視的に再評価した。55 患者のうち、US と CTV を同日に行われたのが 45 患者、US の翌日に CTV を撮影されたのが 10 患者で、US の前日に CTV を撮影された患者はいなかつ

た。55 患者の男女比は1 対4 で、平均年齢は66.3 歳であった。

下肢の静脈は、大腿静脈、膝窩静脈、後脛骨静脈、腓骨静脈、ヒラメ筋の静脈を左右で分けて10 セグメントに区別した。さらに大腿静脈から膝窩静脈までを膝上 (Femoropopliteal)、後脛骨静脈と腓骨静脈とヒラメ筋の静脈を合わせて膝下 (Calf) の2 グループに分けた。55 患者それぞれの下肢静脈10 セグメント、すなわち合計550 セグメントを対象とし、このうち16 セグメントはUS 検査上で体位変換困難・画像描出困難・手術創部上などの理由で評価されなかったため除外した。従って最終的に534 セグメントが評価された。

CT 装置はSiemens 社の「SOMATOM Force」192 列を使用し、肺動脈造影CT と下肢静脈造影CT を一連の検査として撮影した。管電圧は通常120kVp 程度であるところを80kVp と非常に低く設定した。放射線被曝量の目安となるCTDI vol (Computed Tomography Dose Index) が非常に低くなるようにReference mAs を3mGy に設定した。逐次近似再構成法の強度は最大5 のところを4 と高めに設定した。

CTV の再読影は2 人の放射線診断専門医が個別に行い、セグメントごとに静脈内の造影欠損像を拾い上げた。2 人の評価が分かれたセグメントについては協議にて決定した。DVT の形態的な評価も行い、完全造影欠損 (Complete)、中心性造影欠損 (Concentric)、偏心性造影欠損 (Eccentric) の3 タイプに区別した。US は当院の臨床検査技師が通常業務の一環として日本の標準的なUS プロトコルに則って検査した結果を放射線科医が確認した。

#### 【結果】

被曝量の目安となるCTDI vol は平均値3.99mGy で、従来の管電圧の場合では二桁台であるところを、低管電圧CTV では明らかな低減が見られた。

全534 セグメント、膝上216 セグメント、膝下318 セグメントのDVT の有無について、US を対照としてIR 併用低管電圧CTV の感度と特異度を計算した。結果は、全体で感度73.3%-特異度90.0%、膝上で感度90.0%-特異度93.2%、膝下で感度71.1%-特異度87.2%を示した。静脈ごとに見ると、感度は膝上で高く膝下では低い傾向を示し、特異度はヒラメ筋の静脈のみ65.5%と特に低値を示した。

CTV で指摘されたDVT を「偏心性造影欠損のみ」と「それ以外」の2 グループに形態で分けて、それぞれUS において陽性か陰性か、すなわち真陽性か偽陽性かについて2×2 のクロス集計表を作成し、フィッシャーの正確確率検定にて解析した。偏心性のDVT は偽陽性が多い傾向が見られ、とりわけヒラメ筋の静脈において強い有意差が見られた (p 値<0.001)。

#### 【考察と結論】

IR 併用低管電圧CTV の膝上におけるDVT 診断能は、感度-特異度いずれも90%以上であり、従来CTV を用いた先行研究に劣らないものであった。また、被曝量の目安となるCTDI vol 値は平均3.99mGy と低値を示し、同じ低管電圧CTV を用いた先行研究よりもさらに低減することができた。このことからIR 併用低管電圧CTV を用いることでDVT 診断能を従来同様に維持しながら被曝量を大幅に低減することが期待できる。

膝下におけるDVT 診断能は、膝上に比べて感度・特異度ともに劣り、とくにヒラメ筋の静脈においては特異度65.5%と低値を示した。DVT の形態に焦点を当てて解析すると、CTV 上で偏心性のDVT は、とくにヒラメ筋の静脈内において偽陽性を示しやすいことが示唆された。

#### 審査結果の要旨

膝上から膝下までの深部静脈血栓症診断能について、逐次近似再構成法を併用した低管電圧静脈造影CT (CTV) と下肢静脈の超音波検査 (US) を比較し、1) 低管電圧CTV が従来の管電圧によるCTV に劣らないかどうか、2) 膝下部位についてはUS に比べたCTV 診断能の2点について検討した。

造影 CT が撮影され、かつ、前後 1 日以内に US を施行された 65 患者中、逐次近似再構成法を併用した低管電圧 CTV で撮影された 55 患者を後方視的に再評価した。

被曝量は従来の管電圧に比べて明らかな低減が見られた。

IR 併用低管電圧 CTV の膝上における DVT 診断能は、感度・特異度いずれも 90%以上であり、従来 CTV を用いた先行研究に劣らないものであった。

膝下における DVT 診断能は、膝上に比べて感度・特異度ともに劣り、とくにヒラメ筋の静脈においては特異度 65.5%と低値を示した。DVT の形態に焦点を当てて解析すると、CTV 上で偏心性の DVT は、とくにヒラメ筋の静脈内において偽陽性を示しやすいことが示唆された。

IR 併用低管電圧 CTV を用いることで DVT 診断能を従来同様に維持しながら被曝量を大幅に低減することが期待できることを示した点で、学位論文としての価値を認める。