

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主論文の要旨

論文題目 X線 CT 画像の定量画質評価法に関する研究

氏名 遠地 志太

論文内容の要旨

X線 CT (Computed Tomography) 技術の発展は、放射線医療の進歩や普及に一層拍車を掛けており、その結果、現在、CT 検査は画像診断の中心的役割を果たすようになっていく。特に、X線検出器の多列化に伴う画質向上や画像情報量の増大は、有益で正確な画像診断情報を提供している。その一方で、検査件数の増加に伴う放射線被ばくの増大という不利益も生み出している。それゆえ、放射線医療の目的を達成するために必要十分な画質と放射線被ばくのバランスを考えることが重要な課題となっている。このような中、CT 検査では低管電圧化技術に関心が高まっており、被ばく線量の低減やヨード造影剤による造影効果の向上といった特性を臨床現場で応用している。しかし、撮像条件の一つである管電圧設定は、CT 画像の画質に大きな影響を与えるため、その設定に伴う画質特性を把握する必要がある。以上の背景から、本論文では、臨床応用を考慮に入れた CT 画像の画質特性について、多面的かつ定量的に検討を行っている。

本研究では、CT 検査の頻度が多い頭部検査を対象とし、頭部 CTA (CT Angiography) 検査の臨床状況を可能な限り再現した脳血管ファントム撮像を実験系に設定した。その後、実験によって得られた再構成画像に対して、脳動脈瘤検出に主眼を置いた画質評価を行い、低管電圧に伴う画質特性の変化について検討した。さらに、白内障と放射線被ばくに関して従来からの医学的知見と乖離した報告が見受けられることに着目し、水晶体被ばく線量を測定し、これと CT 画像の画質との関連性についても検討した。

低管電圧化に伴う CT 画像の画質特性の変化には、主に画像ノイズの増加と CT 値の上昇が挙げられる。これらの特性を考慮した上で、脳動脈瘤の信号検出能を評価するためには、従来から CNR (Contrast-to-Noise Ratio) 解析が行われている。この解析法について、当研究室で考案した画像ノイズ評価法を適用することで、解析対象部分そのものが持つ画質特性を表現した評価結果となるように CNR 解析法の改良を行った。その結果、低管電圧化によって画像ノイズが増加するという従来法と同様の傾向が示された。また、水晶体被ばく線量を一定に保った場合でも、低管電圧化に伴ってコントラスト分解能が改善されることが定量的に示された。

脳動脈瘤に対する画像診断では、治療適応の決定や破裂の危険性を理解する上で、病変形態の詳細な把握が重要な要素となる。本研究では、CT 画像上の信号輪郭に着目し、その視認性を定量的に解析できる新たな画質評価法を考案した。ここでは、この評価法の信頼性について検証した上で、解析対象となる血管輪郭の検出能を評価した。その結果、本提案法によって、血管輪郭検出能を適切に評価できることが実証され、低管電圧化に伴う血管輪郭の強調効果を定量的に明らかにした。

CT 画像では、撮像における X 線光子数の極端な変動や画像再構成法に基づく画像形成の結果、装置特有のアーチファクトを発生する場合がある。特に、頭部 CT 画像には、頭蓋底領域にストリークアーチファクトが確認されることがあり、低管電圧化によってその発生は顕著になる。一般に、アーチファクトに関する画質評価には、視覚による主観的評価が適用されている。本研究では、ストリークアーチファクトに起因する特徴量の統計学的性質を明らかにした上で、CT 画像上のストリークアーチファクトの定量的評価法を考案した。上述した血管輪郭の検出能評価法と同様、この評価法の信頼性について検証した上で、ストリークアーチファクトの評価を行った。その結果、本提案法により、CT 画像上に見られるストリークアーチファクトの発生の程度を定量的に示すことができた。

以上の結果から、本研究では、低管電圧化技術が及ぼす画質特性を定量的に評価すると共に、従来の定量解析法を改良することで、その精度向上を図ることができた。さらに、本研究で考案した画質評価法は、臨床的に有益なものであることが示された。

