Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-12-05

# Advantages of 70-kV CT Angiography for the Visualization of the Adamkiewicz Artery: Comparison with 120-kV Imaging

Shimoyama, Shinsuke

(Degree)
博士（医学）

(Date of Degree)
2020-03-25

(Resource Type)
doctoral thesis

(Report Number)
甲第7711号

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1007711

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。

（課程博士関係）

学 位 論 文 の 内 容 要 旨

# Advantages of 70-kV CT Angiography for the Visualization of the Adamkiewicz Artery: Comparison with 120-kV Imaging

Adamkiewicz 動脈の描出における 70kV CTA の有用性

神戸大学大学院医学研究科医科学専攻
放射線診断学
（指導教員：村上　卓道教授）

下山　真介

【目的】

大動脈瘤や大動脈解離の治療において、脊髄梗塞は重篤な合併症である。Adamkiewicz 動脈（AKA）は胸腰髄を主に供血している動脈で、手術中に AKA の血流を保つことは神経合併症を予防するため非常に重要である。そのため、術前に AKA の解剖学的走行を把握しておく必要がある。

現在 AKA の同定は、CTA で行われることが多い。しかし、AKA の特徴として血管径が細く、脊椎に囲まれた領域を走行しているため、同定するには高い CNR が必要となる。CNR を改善する方法として、ノイズを低減する（管電流を上げる、管球の回転スピードを落とす、Pitch を小さくする）、血管の造影効果を上げる（経動脈的に造影剤を投与する）という 2 つの方法が過去に報告されている。しかし、ノイズを低減すると被ばくが増加し、経動脈的に造影剤を投与するには大動脈疾患のある患者にカテーテルを挿入する必要があり、いずれの方法でも高い侵襲性を伴う。

昨今実用化された技術として、CT における低管電圧撮影がある。低管電圧で撮影することで、造影効果の上昇と被ばくの低減が同時に可能となる。当院に 2015 年に導入された SOMATOM Force という CT 装置では、新たな逐次近似再構成法も可能となり、被ばくを低減した状態であっても従来よりノイズを下げることができる。このように、低管電圧で撮影することで、低被ばくで高い CNR が可能となる。

そこで、我々は 70kV という低い管電圧で撮影することで、AKA の画質向上と被ばく低減が可能となり、AKA の描出に有用であるという仮説を立てた。本研究では、AKA 描出において画質や被ばく、検出度の観点から、70kV CTA と従来の 120kV CTA を前向きに比較検討した。

【方法】

対象は、2014 年 1 月から 2016 年 9 月までの間に、大動脈疾患の治療前に AKA 検出目的で CTA が撮影された 120 例である。内訳は、男性が 89 人、女性が 31 人、平均年齢 69 歳（範囲：28-85 歳）であった。2015 年 1 月に SOMATOM Force が導入されたため、最初の 60 例を 120kV CTA で、後の 60 例を 70kV CTA で評価した。

70kV CTA は 192 列 CT（SOMATOM Force; Siemens Healthcare）を使用し、設定は、0.5 s per rotation, 0.45 pitch, 1170 mA とした。120kV CTA は 320 列 CT（Aquilion 64 or Aquilion ONE; Toshiba Medical Systems）を使用し、設定は、0.5 s per rotation, 0.64 pitch, 400 mA とした。撮影範囲はどちらも、胸郭入口部より大腿骨小転子までとした。

370mgI/ml 造影剤（Iopamiron 370; Bayer Yakuhin）を、70kV CTA では 90ml、120kV CTA では 100ml、経静脈的に 5ml/s の速度で投与した。撮影のタイミングは、70kV CTA ではあらかじめテストスキャンを行い、120kV CTA ではボーラストラッキング法を使用した。いずれも最初の撮影から 10 秒後に、同じ範囲条件で再度撮影を行った。これ

は、早期動脈相と後期動脈相の 2 相の画像を得ることで、造影効果の wash out を評価し、AKA と同様の走行を示す静脈を除外するためである。

70kV CTA と従来の 120kV CTA の両検査法において、被ばくや AKA の検出度、画質を評価した。被ばくは、32cm ファントムを元にした CTDIvol、DLP、SSDE をそれぞれ計測し、Wilcoxon 検定にて両検査法を比較検討した。

AKA の検出に関しては、2 人の放射線診断医が独立して読影を行い、両者の結果が一致した場合、最終的に AKA と判断した。両検査法での検出率を、カイ二乗検定を用いて比較検討した。

AKA の診断には、スコアリングシステムを使用した。特徴的なヘアピン血管があるかどうか（0～1 点）、大動脈までの連続性がしっかりと追えるかどうか（0～3 点）、早期動脈相から後期動脈相にかけて wash out があるかどうか（0～1 点）、をそれぞれスコアリングし、最終的に合計スコアが 3 点以上の場合、AKA と診断した。両検査法におけるスコアを、Cochran-Armitage の傾向検定を用いて比較検討した。また、別の放射線診断医が独立して両検査法で AKA の読影を行い、先にあげた正解の AKA に対する一致率/再現率を Kappa 検定にて検討した。

次いで、大動脈、AKA、脊髄、椎間孔周囲の骨皮質の CT 値を計測した。AKA は血管径が細く斜走しているため、ASA で代用した。両検査法におけるそれぞれの SNR と CNR を、Welch の t 検定を用いて比較検討した。有意水準は $p<0.05$ とした。

【結果】

70kV CTA では 120kV CTA に比べ、被ばくを有意に下げることができた（それぞれ、CTDIvol 16.2 mGy [IQR 16.2-16.2 mGy] vs 47.1 mGy [IQR 42.3-47.1 mGy], SSDE 23.1 mGy [IQR 21.1-25.1 mGy] vs 61.3 mGy [IQR 57.5-68.3 mGy], DLP 1,147 mGy × cm [IQR 1,107-1,211 mGy × cm] vs 3,293 mGy × cm [IQR 3,093-3,487 mGy × cm], いずれも $p<0.001$）。

120 例の内、104 例で AKA を認めた。このうち 26 例は、側副血行路を介して供血されていた（70kV CTA 13 例、120kV CTA 13 例）。

スコアリングに関して、70kV CTA は 120kV CTA に対し有意に高い結果であった（$p=0.009$）。AKA の検出率に関しては、70kV CTA で 90.0%、120kV CTA で 83.3% と有意差は認めなかった（$p=0.28$）。正解の AKA に対する一致率/再現率（70kV CTA 95.0% vs 120kV CTA 83.3%, $p=0.035$）、側副路の一致率/再現率（70kV CTA 100% vs 120kV CTA 61.5%, $p=0.004$）は、いずれも 70kV CTA の方が有意に高かった。

大動脈の CT 値及び SNR は、70kV CTA（CT 値 999.1 ± 187.3 HU, SNR 51.0 ± 11.0）が 120kV CTA（CT 値 508.7 ± 96.5 HU, SNR 28.8 ± 9.2）に比べ、有意に高い結果であった（いずれも $p<0.001$）。同様に ASA と脊髄間の CNR、ASA と骨皮質間の CNR も、70kV CTA の方が 120kV CTA より有意に高い結果であった（いずれも $p<0.001$）。

【結語】

AKA の検出において、70kV CTA は従来の 120kV CTA に比べ、画質の改善と被ばくの低減を得ることができる有用な検査法であることが示唆された。

神戸大学大学院医学(系)研究科（博士課程）

| 論文審査の結果の要旨 | | | |
|---|---|---|---|
| 受付番号 | 甲 第2926 号 | 氏　名 | 下山　真介 |
| 論文題目<br>Title of Dissertation | Advantages of 70-kV CT Angiography for the Visualization of the Adamkiewicz Artery: Comparison with 120-kV Imaging<br>Adamkiewicz 動脈の描出における 70kV CTA の有用性 | | |
| 審査委員<br>Examiner | 主　査<br>Chief Examiner<br>副　査<br>Vice-examiner<br>副　査<br>Vice-examiner | 宇田 健一<br>伊藤 裕樹<br>岡田 健次 | |

（要旨は１，０００字～２，０００字程度）

【目的】

大動脈瘤や大動脈解離の治療において、脊髄梗塞は重篤な合併症である。Adamkiewicz動脈（AKA）は胸腰髄を主に供血している動脈で、手術中にAKAの血流を保つことは神経合併症を予防するため非常に重要である。そのため、術前にAKAの解剖学的走行を把握しておく必要がある。

現在AKAの同定は、CTAで行われることが多い。しかし、AKAの特徴として血管径が細く、脊椎に囲まれた領域を走行しているため、同定するには高いCNR（contrast-to-noise ratio）が必要となる。CNRを改善する方法として、ノイズを低減する（管電流を上げる、管球の回転スピードを落とす、Pitchを小さくする）、血管の造影効果を上げる（経動脈的に造影剤を投与する）という2つの方法が過去に報告されている。しかし、ノイズを低減すると被ばくが増加し、経動脈的に造影剤を投与するには大動脈疾患のある患者にカテーテルを挿入する必要があり、いずれの方法でも高い侵襲性を伴う。申請者らは70kVという低い管電圧で撮影することで、AKAの画質向上と被ばく低減が可能となり、AKAの描出に有用であるという仮説を立て、AKA描出において画質や被ばく、検出度の観点から、70kV CTAと従来の120kV CTAを前向きに比較検討した。

【方法】

対象は、2014 年 1 月から 2016 年 9 月までの間に、大動脈疾患の治療前に AKA 検出目的で CTA が撮影された 120 例である。70kV CTA は 192 列 CT を使用し、設定は、0.5 s per rotation, 0.45 pitch, 1170 mA とした。120kV CTA は 320 列 CT を使用し、設定は、0.5 s per rotation, 0.64 pitch, 400 mA とした。撮影範囲はどちらも、胸郭入口部より大腿骨小転子までとした。70kV CTA と従来の 120kV CTA の両検査法において、被ばくや AKA の検出度、画質を評価した。AKA の診断には、スコアリングシステムを使用した。特徴的な

ヘアピン血管があるかどうか（0～1 点）、大動脈までの連続性がしっかりと追えるかどうか（0～3 点）、早期動脈相から後期動脈相にかけて wash out があるかどうか（0～1 点）、をそれぞれスコアリングし、最終的に合計スコアが 3 点以上の場合、AKA と診断した。両検査法におけるスコアを、Cochran-Armitage の傾向検定を用いて比較検討した。また、別の放射線診断医が独立して両検査法で AKA の読影を行い、先にあげた正解の AKA に対する一致率/再現率を Kappa 検定にて検討した。次いで、大動脈、AKA、脊髄、椎間孔周囲の骨皮質の CT 値を計測した。AKA は血管径が細く斜走しているため、ASA で代用した。両検査法におけるそれぞれの SNR と CNR を、Welch の t 検定を用いて比較検討した。

【結果】

70kV CTAでは120kV CTAに比べ、被ばくを有意に下げることができた。120例の内、104例でAKAを認めた。このうち26例は、側副血行路を介して供血されていた（70kV CTA 13例、120kV CTA 13例）。スコアリングに関して、70kV CTAは120kV CTAに対し有意に高い結果であった（p=0.009）。AKAの検出率に関しては、70kV CTAで90.0%、120kV CTAで83.3%と有意差は認めなかった（p=0.28）。正解のAKAに対する一致率/再現率（70kV CTA 95.0% vs 120kV CTA 83.3%, p=0.035）、側副路の一致率/再現率（70kV CTA 100% vs 120kV CTA 61.5%, p=0.004）は、いずれも70kV CTAの方が有意に高かった。

【結論】

本研究は、AKA の検出において、70kV CTA が従来の 120kV CTA に比べ、画質の改善と被ばくの低減を得ることができる有用な検査法であることを示した臨床的に重要な成果であると認める。よって、本研究者は博士（医学）の学位を得る資格があると認める。