

氏名（本籍）	星合 壮大		
学位の種類	博士（医学）		
学位記番号	博乙第 2973 号		
学位授与年月	令和 2 年 10 月 31 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当		
審査研究科	人間総合科学研究科		
学位論文題目	脊椎脊髄領域の高分解能 CT を用いた画像診断に関する研究 -アダムキュービッツ動脈の同定および骨転移の検出に関して-		
主査	筑波大学教授	博士（医学）	関根郁夫
副査	筑波大学教授	工学博士	柴 武二
副査	筑波大学教授	博士（医学）	羽田康司
副査	筑波大学准教授	博士（医学）	石川栄一

### 論文の内容の要旨

脊椎脊髄領域の疾患は、脊髄麻痺、神経根障害および難治性疼痛などの重大な障害を起こすので、画像によって病変を正確に描出し評価することは極めて重要である。星合壮大氏の博士学位論文は、脊髄動静脈シャント疾患患者における高分解能 CT によるアダムキュービッツ動脈の同定とがん患者におけるコンピュータ支援システムを用いた骨転移の検出を研究したもので、その要旨は以下のとおりである。

まず著者は、アダムキュービッツ動脈が神経孔の前面を脊髄神経前根に沿って走行することに着目して、脊髄動静脈シャント疾患患者でアダムキュービッツ動脈を CT で同定できるかを検討した。

著者は、髄内動静脈奇形以外の脊髄動静脈シャント疾患を有し CT 血管造影と選択的脊髄血管造影の両者が行われた患者を対象として、64 列 CT システムを用いて仰臥位の状態で肺尖部から恥骨まで CT 撮像を行った。右肘正中皮静脈に 20 ゲージカニューレを留置し、造影剤注入器を用いて 100ml の造影剤イオパミドールを 4ml/秒の速度で注入し、続いて 25ml の生理食塩水を注入した。腹腔動脈レベルの大動脈内に関心領域を設定し、造影剤自動感知機能システムを用いて撮像した。CT 画像の再構成は、1.0mm 厚、0.5mm 間隔の軸位断像とした。選択的脊髄血管造影は、4Fr のフック型またはコブラ頭型カテーテルを使って行った。造影剤は手動的に注入し、血管造影装置を用いてデジタル差分血管造影画像を撮像した。著者は、血管造影の検査結果を知らされていない 2 名の放射線診断専門医に読影ビューワーを使用して CT 血管造影画像の解析を行わせる読影実験を行った。読影者は神経孔の前方を走行し、脊髄の前面に連続する視認可能な径を有する神経根髄質動脈をアダムキュービッツ動脈と推定した。この読影結果を脊髄血管造影検査が行われた分節動脈の総数に対する感度、特異度、正確度、陽性的中率、陰性的中率により評価した。

著者は、7 人の患者を対象に総数 122 本の分節動脈に対して選択的脊髄血管造影検査を行い、計

9本のアダムキュービッツ動脈を確定した。読影者1は9本のうち7本を、読影者2は9本のうち6本をCT血管造影画像から正確にアダムキュービッツ動脈を検出した。CT血管造影画像によるアダムキュービッツ動脈検出の感度は72.3%、特異度、正確度、陽性的中率、陰性的中率はいずれも85%以上、真陽性と真陰性を合算した正確度は97.6%であった。以上より、著者は脊髄動静脈シャント疾患患者においても造影CTによってアダムキュービッツ動脈を検出できることを示した。

次に著者は、経時差分CTによる脊椎転移検出の有用性を評価した。2011年6月から2014年10月までにCT検査を受けた患者のうち、経過中に新たな脊椎転移が出現した20人の担癌患者と、少なくとも一つ以上の他臓器に転移があるが脊椎転移は発生しなかった20人の担癌患者を対象とし、後者を比較対照群とした。著者は過去画像から現在画像にかけてCT値が上昇した部位を青色（硬化性変化を示唆）、低下した部位を赤色（溶骨性変化を示唆）で表現する経時差分CT画像を作成し、骨転移の描出性についてexcellent、good、poorの3段階で評価した。次に著者は、放射線診断専門医5名、放射線科レジデント5名による読影実験を行った。第1セッションでは現在CTと過去CTのみを供覧して脊椎転移の検出を指示し、第2セッションではこれに加えて経時差分CTの参照を可能とした。読影結果はJackknife free-response receiver operation characteristic (JAFROC)解析で評価し、検出スコアにはfigure of merit (FOM)を用いた。

20人の担癌患者に新たに発生した56の脊椎転移病変の描出性評価はexcellent 41病変(73%)、good 13病変(23%)、poor 2病変(4%)であった。専門医グループの読影結果から得られたFOMは、第1セッションで0.898、第2セッションで0.892であった。レジデントグループの読影結果から得られたFOMは、それぞれ0.849と0.902であった( $p=0.083$ )。病変の存在部位によるサブ解析では、レジデントグループによる椎弓転移の検出の場合に経時差分CT画像を参照したことによってFOMが0.755から0.922に改善した( $P=0.001$ )。

以上より著者は、経時差分CTはほとんどの骨転移を良好に描出し、読影実験で全体として骨転移検出能の向上を得ることは出来なかったが、放射線診断専門医以外の医師が読影する場合には、椎弓転移の発見に有用であったと結論づけた。

## 審査の結果の要旨

### (批評)

本博士論文前半の研究は、従来困難であった脊髄動静脈シャント疾患の画像診断に一石を投じた優れた論文である。後半の研究は、著者が最新のコンピュータ支援病変検出技術を駆使して脊椎転移の早期診断に挑んだもので、経時差分CTによって転移病巣が良好に描出されることを示したのみならず、周到な読影実験によって新技術の有用性を検討しており、世界的に高く評価されている。

令和2年8月31日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、学力の確認を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。よって、著者は博士(医学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。