

# CT-derived extracellular volume fraction in aortic stenosis, cardiac amyloidosis, and dual pathology

Kidoh M, et al. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2025;26:509-517.

大動脈弁狭窄症、心アミロイドーシス、および両者併存症例における  
CT 由来細胞外容積分画 (ECV)

## 【背景】

大動脈弁狭窄症 (aortic stenosis: AS)、特にカテーテル大動脈弁治療適応 (Transcatheter Aortic Valve Implantation: TAVI) となる高齢者の AS 症例においては、比較的高率にトランスサイレチン型心アミロイドーシス (transthyretin cardiac amyloidosis: ATTR) 合併することが報告されている。TAVI 症例においては術前心臓 CT が必須であることから、ATTR 症例の抽出のための心筋評価目的の遅延造影撮影や CT 由来細胞外容積分画 (CT-derived extracellular volume fraction: CT-ECV) の計測が注目されている。ただし ECV は左室心筋の容積とアミロイド沈着等による細胞外容積の割合で算出されるため、AS 合併 ATTR アミロイドーシス症例では、AS による左室肥大から、ATTR アミロイドーシス単独症例よりも ECV が過小評価されることが懸念されていた。

このため今回研究では AS 単独症例並びにトランスサイレチン型心アミロイドーシス (transthyretin cardiac amyloidosis: ATTR) を合併した症例 (AS-ATTR)、および ATTR 単独症例における CT-ECV) を検討することを目的とした。さらに、AS 単独と AS-ATTR の鑑別、および AS 単独と ATTR 単独の鑑別における CT-ECV の診断能と最適カットオフ値を検証した。

## 【方法】

本後ろ向き研究では、2018 年 1 月から 2024 年 3 月までの間に、著者施設において、経カテーテル的大動脈弁置換術 (TAVR) または 外科的大動脈弁置換術 (SAVR) の術前計画 CT と併せて CT-ECV 解析 を施行した AS 患者 (AS 単独および AS-ATTR を含む) ならびに同時期に CT-ECV を施行した ATTR 単独患者のうち、テクネチウム 99m ピロリン酸 (99mTc-PYP) シンチグラフィを施行した症例を対象とした。心アミロイドーシス検出における CT-ECV の診断能は、受信者動作特性曲線下面積 (AUC) を用いて評価した。

## 【結果】

対象 138 例 (平均年齢  $80 \pm 8$  歳、男性 96 例) のうち、55 例が AS 単独、19 例が AS-ATTR、64 例が ATTR 単独であった。AS 単独患者の CT-ECV は  $31 \pm 5\%$  であった。CT-

ECV は、AS-ATTR 群で ATTR 単独群より有意に低値であった ( $45 \pm 12\%$  vs  $53 \pm 13\%$ ,  $P=0.04$ )。AS 単独と AS-ATTR を鑑別する AUC は、AS 単独と ATTR 単独を鑑別する AUC より低値であった [ $0.90$  (95%信頼区間  $0.81-0.96$ ) vs  $0.95$  (95%信頼区間  $0.90-0.98$ )]。AS 単独と AS-ATTR を鑑別する CT-ECV のカットオフ値は、AS 単独と ATTR 単独を鑑別する場合より低値であった [ $36.6\%$  vs  $38.5\%$  (Youden index)]。AS-ATTR 群と ATTR 単独群の間で、 $^{99m}\text{Tc}$ -PYP シンチグラフィのグレード分布に有意差は認めなかった ( $P=0.20$ )。cell volume index は、AS-ATTR 患者で単独 ATTR 患者より有意に大きかった ( $64 \pm 17 \text{ mL/m}^2$  vs.  $50 \pm 11 \text{ mL/m}^2$ ,  $P = 0.006$ )。

左室心筋容量を示す cell volume index は、AS-ATTR 患者において単独 ATTR 患者より有意に大きかった ( $64 \pm 17 \text{ mL/m}^2$  vs.  $50 \pm 11 \text{ mL/m}^2$ ,  $P = 0.006$ )。しかし、左室細胞外容積を示す matrix volume index については、AS-ATTR 患者と単独 ATTR 患者との間に有意差は認められなかった ( $53 \pm 22 \text{ mL/m}^2$  vs.  $62 \pm 30 \text{ mL/m}^2$ ,  $P = 0.60$ )。

#### 【結論】

AS-ATTR 合併群と ATTR 単独群との間でアミロイド沈着の程度に有意差が認められなかったにもかかわらず、AS-ATTR 合併群の CT-ECV は ATTR 単独群より有意に低値であった。AS 単独と AS-ATTR を鑑別する CT-ECV の診断能および最適カットオフ値は、AS 単独と ATTR 単独を鑑別する場合より低かった。

#### 【コメント】

本研究は、重症大動脈弁狭窄症患者にしばしば潜在的に合併する ATTR 心アミロイドーシスを、日常診療で施行される心臓 CT から得られる ECV 値によって識別できるかを検討した。近年、高齢者 AS 患者に ATTR が一定頻度で合併することが知られているが、両疾患はいずれも左室肥大や拡張障害、心不全症状を呈するため、鑑別は時に容易ではない。そのため、TAVI 術前 CT など既存の検査から追加情報を得る意義は大きい。

本研究では、AS 単独群、AS と ATTR の合併群、ATTR 単独群の 3 群で CT-ECV を比較した。その結果、AS 単独群の ECV は最も低く、ATTR 単独群で最も高値を示し、合併群はその中間に位置した。すなわち、心筋間質へのアミロイド沈着が増えるほど ECV は上昇するが、AS による圧負荷性肥大を伴う場合は、その上昇幅が軽減されることが示唆された。

特に重要な所見は、 $^{99m}\text{Tc}$ -PYP シンチグラフィでは AS-ATTR 群と ATTR 単独群で沈着程度に差がみられなかったにもかかわらず、CT-ECV では AS-ATTR 群の方が有意に低値であった点である。これは、AS に伴う心筋細胞肥大や線維化、あるいは心筋構成比率の変化により、同程度のアミロイド沈着であっても ECV 値が相対的に低く算出される可能性を示している。

診断能の面では、CT-ECV は AS 単独と AS-ATTR の鑑別においても高い精度を示し、AUC 0.90 という優れた結果であった。一方で、AS 単独と ATTR 単独の鑑別 (AUC 0.95)

よりはやや低値であり、合併病態の診断がより複雑であることを反映している。カットオフ値も、合併群を検出する場合には 36.6%と、ATTR 単独検出時の 38.5%より低く設定する必要があることが示された。

本研究の臨床的意義は、TAVI 術前 CT や心臓 CT 検査に遅延相撮影と ECV 解析を追加することで、潜在的 ATTR 合併例を非侵襲的に拾い上げられる可能性を示した点にある。これにより、PYP シンチグラフィ等の追加精査が必要な患者を効率的に選別できる。

総じて本論文は、CT が単なる形態評価検査にとどまらず、心筋組織性状評価および潜在的心アミロイドーシス診断にも有用であることを示した重要な報告である。特に高齢 AS 患者の診療において、CT-ECV は今後有望なスクリーニング指標となり得る。

千葉大学医学部附属病院  
循環器内科 高岡 浩之