

1. 臨床編：先進技術の臨床応用最前線

1) 心筋PETのリアルワールドデータを 活用した画像情報処理

河窪 正照 九州大学大学院医学研究院保健学部

冠動脈狭窄は主要な心血管疾患の一つである狭心症の原因としてよく知られており、心臓カテーテルやCTによる冠動脈造影検査が広く実施されている。一方で、冠動脈よりも末梢で起こる微小循環障害と冠動脈狭窄の重症度が必ずしも一致しないことから、冠微小循環障害 (CMD) の評価は重要である。CMDの非侵襲的な画像診断のゴールドスタンダードは核医学における心筋血流検査である。これは、血流予備量比 (FFR) や微小循環抵抗 (IMR) の計測といった、冠動脈を介した冠動脈血流予備能 (CFR) の計測法に対し、微小循環を介して心筋に集積する放射性医薬品の放射能計測に基づく直接的評価という心臓核医学検査の利点によるものである¹⁾。

近年、医療技術の発展にリアルワールドデータ (RWD) の活用が期待されている。RWDとは日常診療で生じる患者データのことであり、本誌の読者の多くがRWDの蓄積に日々貢献していると言える。本稿では、われわれが進めている、SPECTおよびPETによる心筋血流検査のRWDを活用したコンピュータ画像処理技術に関する臨床研究のうち、減弱補正ならびに心筋運動解析に関する成果を紹介する。

深層学習を用いた 減弱補正技術

SPECTによる心筋血流検査は世界的に実施される一方で、光子減弱によって発生する心筋下壁や前壁の偽虚血病変が典型的なピットフォールとして認識されている。この減弱アーチファクトは依然として課題であり、臨床ではCT補正が用いられている。しかし、CTスキャンによる放射線被ばくや、SPECT/CT装置の導入の必要性、小型の心臓専用SPECT装置の臨床応用などの理由により、必ずしもCT補正ができないことがある。近年では、CT補正ありとなしのSPECT画像セットを深層学習し、CT補正なしのSPECT画像をCT補正画像に変換する方法が報告されている²⁾。また、アンモニアを放射性医薬品に用いるPETによる心筋血流検査は、体内での光子減弱を生じにくいだけでなく、放射線検出器の高い性能により、高画質な画像が得られる高精度の検査である。図1は、PET画像とSPECT画像の心筋中部の短軸像 (同一者例) を示している。SPECTで観察される心筋下壁の偽病変 (図1 b▲) がPETでは観察されないだけでなく (図1 a△)、高い解像度と広い観察視野の画像が確認できる。しかし、アンモニア製剤は半減期が約10分と短く、施設でのサイクロトロンでの運用と調剤が不可欠であるため、コスト面での負担が臨床における普及の大きな制限となっている。そこでわれわ

れは、1年以内にSPECTとPETの検査が実施された患者で、かつ検査間に治療介入や臨床症状の変化がなかった症例を収集し、SPECT-to-PET画像変換モデルを構築し、SPECTにおける減弱補正の効果を検証した³⁾。敵対的生成ネットワーク (GAN) を基盤とするpix2pixを用いたSPECT短軸画像のPET短軸画像への変換モデルをSPECT画像に適用して仮想PET画像に変換し、専門医が虚血スコアを付け、PETの虚血スコアを真として仮想PETの虚血スコアの精度を検証した。図2は、40症例のPET虚血スコアに対するSPECTのスコアの差 (a) と、仮想PET (SPECT_{SPT}) のスコアの差 (b) を示している。図2 aでは、偽虚血に起因するSPECTの下壁の過大な虚血スコアが観察されるが、bの仮想PETではおおむねPETと同等の虚血スコアに補正されている。

PETの高画質を生かした 心筋ストレイン解析

心臓は、血液によって栄養された心筋がポンプのように機能する臓器であり、血流評価のみならず、機能評価も重要視される。心臓核医学の臨床的役割は心筋血流の画像化であることから、心筋運動評価については超音波検査の簡便性やMRI検査の高い組織コントラストに軍配が上がり、心室容量や駆出率、心筋の伸縮指標であるストレイン値については、超音波検査やMRI検査による解析値が臨床で広く信頼されている。筆