

Real-Time Artificial Intelligence–Based Guidance of Echocardiographic Imaging by Novices: Image Quality and Suitability for Diagnostic Interpretation and Quantitative Analysis

初心者のエコートレーニングにおけるリアルタイムの AI による指導の有用性：診断と定量評価に足る画像の質について

Victor Mor-Avi et al. Circ Cardiovasc Imaging. 2023; 16: e015569

背景

本研究では、新しい人工知能（Artificial intelligent : AI）ソフトウェアによる指導を受けた初心者による心エコー検査の画像の質を評価し、基本的な心臓疾患の診断や、心室のサイズや機能の定量評価への有用性について、多施設での前向き検討を行った。

方法

携帯型エコー機器（Lumify; Philips 社）に AI ソフトウェア（UltraSight, Ltd）を導入した。心臓の解剖についての講義、心エコーの基本断面の解説や、AI によるリアルタイムの指導を伴うハンズオントレーニングなど、最小限の訓練を受けた初心者（6 人の看護師と 3 人のレジデント医）により、患者 240 人（平均年齢 61 ± 16 歳; 63% に心臓疾患あり）に対し、AI ソフトウェアの指導のもと基礎的な 10 断面を含む経胸壁心エコー検査を施行した。循環動態が不安定な患者、先天性心疾患、BMI $> 40 \text{ kg/m}^2$, 妊娠中、重度の胸郭変形、肺切除歴のある患者などは除外され、さらに過去の心エコー検査で画像の評価が困難だった症例も対象から除かれた。また、すべての患者に対し、熟練の超音波技師により同一のエコー機器を用いて、かつ AI ソフトウェアを使用しないで心エコー検査が施行された。これらの検査は、検査者の情報を伏せた状態で、5 人の読影専門家により、右室・左室のサイズと収縮能、心嚢液の有無、大動脈弁・僧帽弁・三尖弁の形態、左房サイズ、下大静脈径の全 10 項目について、異常所見の有無を評価するに足る良質な検査画像であるかの判定が行われた。加えて、初心者と超音波技師が撮像した 100 例の画質良好な心尖部四腔像を無作為に選出し、左室サイズ、左室収縮能、左室長軸方向ストレインを読影専門家が従来法を用いて定量的に解析したうえ、解析結果を初心者と熟練者の画像の群間で比較した。

結果

初心者が施行した心エコー検査に対する解析の結果、全 240 件の検査画像のうち、左室サイズについて 99.2%、左室収縮能について 99.6%、右室サイズについて 92.9%、心嚢液有無について 100% の割合で評価に足る良好な画像が撮像されている（5 段階評価で 3 以上）と判定された。弁の形態、右室収縮能、左房サイズと下大静脈径については、評価に足る良好な画像が撮像されたと判断された割合は 67~98% であった。全 10 項目の解析結果について、初心者と超音波技師の 2 群間で評価が合致した割合は 83~96% であった。左室サイ

ズ、収縮能、長軸方向ストレインなどの定量的解析については、初心者による検査の 83% で実行可能であり、その結果は超音波技師による検査と高い相関 ($r \geq 0.74$) を示した。

結語

リアルタイムで指導を受けられる人工知能を用いたソフトウェアによる最低限のトレーニングを経た初心者は、熟練の超音波技師に劣らない検査画像を多くの患者で撮像することが可能であった。この技術によって、臨床現場での心エコー検査の質の向上が得られる可能性が考えられる。

コメント

経胸壁心エコー検査は、リアルタイムでの心臓の評価が可能で、かつ簡便で繰り返し施行できることから、臨床現場で重用され、現在でも循環器診療の重要な役割を担う検査のひとつである。しかし、得られる検査画像の質は検査者の熟練度によるところが大きく、正確な診断のために必要な画質の検査を施行できるようになるまで、修練に時間を要することが弱点であるとされている。

今回の研究では、AI によるリアルタイムの指導を受けながら心エコー検査を行った初心者による検査画像を、熟練の超音波検査技師によるそれと比較・検討している。論文によれば、AI ソフトウェアの指導は、手本となる画像と実際の検査画面を並べて、プローブを当てる位置などについて随時指導がなされるとのことで、初心者にとっては実践的な指示であったと思われる。この指導を受けて得られた検査画像が、10 の検査項目に関して、高いものでは 9 割以上が評価に足る画質であると評価された点、さらに定量解析の結果が熟練者による画像での解析結果と良好な相関関係を示した点は興味深いものである。

一方で、本研究の制限としては、過去に心エコー検査の画像評価が困難とされた症例はあらかじめ除かれているなど、対象となった症例は比較的検査の容易な患者が集まっていた可能性も考えられる。複雑な症例においても同様の指導が有用であるのかは、今後も検証が必要と思われる。

医療画像診断においてディープラーニングを含む AI の活用が提案されるようになってしばらく、心エコー検査においても画像の評価や解析について AI の有用性を検証する既報が多数存在する。本研究は、初心者に対する教育の場面での活用を試みたという点で、これまでとはまた違う視点から AI の有用性を検討した研究であるといえる。心不全をはじめ循環器疾患の患者数が増加の一途をたどる昨今、心エコー検査はますます重要な画像検査のひとつとなると考えられ、AI を用いた訓練が検査者の育成に寄与するならば、今後さらなる検証に期待をしたいところである。

文責：八島 聡美