

審査の結果の要旨

氏名 瀬尾 拓史

小児の心室中隔欠損症 (Ventricular Septal Defect, VSD) 47 症例に対し、平均推定実効線量 0.24 mSv の低線量心臓造影 CT 画像からリアルタイムに心臓内腔の 3 次元コンピュータグラフィックス (Three Dimensional Computer Graphics, 3DCG) を作成し、裸眼立体視ディスプレイ上で任意の方向からの確認や、任意の平面による断面生成を行い、3DCG の微調整 (閾値調整) もその場で行えるようにした上で、小児心臓を専門とする小児科 8 名、心臓外科 4 名の計 12 名が各症例につき 4 名で VSD の位置診断を行った。その結果、閾値調整を各医師が行う場合には CT 画像読み込み後平均 2 分 28 秒で、予め閾値が固定された場合には平均 1 分 0 秒にて、医師 4 名全員が 72.34% (34 症例) で位置診断を、87.23% (41 症例) で少なくとも VSD の同定を正しく行うことが出来た。半数の医師 2 名以上が正しく位置診断を行えたのは 97.87% (46 症例) であり、医師全員が位置診断を誤診したのは 1 症例だった。

また、3DCG 上での各医師による VSD の径 (長径及び短径) の計測値は、計測時の閾値が異なったり、異なる医師が同じ閾値で計測した場合においても、そのばらつきは 95% 信頼区間で 1 mm 以下であった。不適切な閾値設定による位置診断の誤診は 0.53% (のべ 47 × 4 = 188 回中 1 回) だった。

本研究により、低線量心臓造影 CT 画像から適切に 3DCG を作成し、裸眼立体視ディスプレイを活用することで VSD の位置診断及び径の推定を行えることが示された。

VSD は先天性心疾患の約 20~30% を占める最も頻度の高い先天性心疾患であるが、通常は心エコーによって存在及び存在位置の診断の双方が行われる。しかし心エコーでは、ある平面による心臓の一断面しか一度に見ることが出来ず、同じ位置診断であっても大動脈騎乗など他の構造物との関係で具体的な位置には様々な場合があり、VSD 全体の立体的な形状や弁との相対的な位置関係などを十分に把握することが複数の医師で確認しても困難なこともある。手術時における VSD の見え方を術前に確認出来れば大きな手助けとなるが、心エコーによる術野の再現は不可能である。

術前には心エコーに加えて心臓造影 CT 検査を行う場合が多いが、心エコーでは確認出来ない心臓外の血管構造や病変などの把握を主な目的としており、VSD を含む心臓内部の病変は大雑把な確認しか行われない。

CT 画像から VSD の位置診断を試みる既存研究は多くは無いが、2019 年に Nau らが注目すべき報告を行っている (*Journal of cardiovascular computed tomography*, vol. 13, p. 226-233, 2019)。それによれば、推定実効線量約 0.32 mSv の低線量造影 CT 画像の多断面

再構成 (Multiplanar Reformation, MPR) により VSD の位置診断及び径の計測を行い、96.4%で術中診断と同じ診断を行えたとしている。但し、評価はシニア放射線科医 2 名のみによって行われており、位置診断までに要した時間は示されていない。また、結局は平面画像を用いて診断及び計測が行われており、VSD の立体的な形状は不明である。

一方本研究では 2019 年の先行研究とは異なり、CT 画像から裸眼立体視可能な 3DCG として心臓内腔全体を生成し、VSD 全体の立体的な形状の把握及び位置診断を評価した上で、位置診断までに要した時間も測定し、さらに VSD の径の計測値のばらつきも評価している。また、評価者を放射線科医ではなく小児心臓治療に携わる小児科医及び心臓外科医としており、より臨床に即した臨床研究を行っている。

その結果、適切に撮影された心臓造影 CT 画像があれば、これまで主に心臓外の血管構造や病変を確認する目的で撮影されていた心臓造影 CT 画像から、小児心臓に携わる医師であれば放射線科医でなくとも 1 分から 2 分半程度で VSD の全体像を把握し、位置診断や再現性を持った径の計測までを行えるという、CT 画像の新しい活用方法を新たに提案することが出来た。

VSD に留まらない、裸眼立体視ディスプレイを用いた 3DCG の先天性心疾患の診断への活用という新しい可能性を提示しており、先天性心疾患領域でこれまでに無かった新しい診断方法となる可能性が十分にある。

よって本論文は博士 (医学) の学位請求論文として合格と認められる。