

深層学習を用いた心電図からの左室拡大及び左室肥大の予測
Automatic diagnostic algorithm for left ventricular dilatation and left ventricular hypertrophy
from electrocardiogram by deep learning

【目的】: 心筋症では様々な左室の形態的異常を呈するが、これを簡易的にスクリーニングできれば、心筋症の診断精度向上に寄与し得る。そこで本研究では、12誘導心電図から左室拡大 (Left Ventricular Dilatation; LVD) 及び左室肥大 (Left Ventricular Hypertrophy; LVH) を診断するうえでの深層学習モデルの有用性について検討することを目的とした。

【方法】: 2015年1月から2019年12月の期間中に心エコー検査を受けた患者を対象とし、心エコー検査施行日より前後28日以内の心電図検査を抽出して、心電図検査と心エコー検査が対となったデータセットを作成した。このうち23,676個の心電図検査のデータを使用して、左室拡大及び肥大の有無を分類するよう、2次元畳み込みニューラルネットワーク (Convolution Neural Network; CNN) を基盤としたモデルを学習させた。また、同様の分類をロジスティック回帰モデルで学習させた。モデルの学習に使用しなかった7,358個の心電図検査を用いて、学習したモデルの受信者動作特性曲線下面積 (the Area Under the Receiver Operating Characteristic; AUROC) と正解率を算出し、2つのモデルの予測精度を比較した。

【結果】: LVDの有無について学習したCNNモデルのAUROCは0.888 (95%CI: 0.881-0.895) で、正解率は90.8% (95%CI: 90.5%-91.1%) であった。またロジスティック回帰モデルでは、AUROCは0.749 (95%CI: 0.745-0.753) で、正解率は88.6% (95%CI: 88.3%-88.9%) であった。一方で、LVHの有無について学習したCNNモデルのAUROCは0.823 (95%CI: 0.816-0.830) で、正解率は84.6% (95%CI: 84.2%-85.0%) であった。ロジスティック回帰モデルでは、AUROCは0.783 (95%CI: 0.776-0.790) で、正解率は84.4% (95%CI: 84.0%-84.8%) であった。

【結論】: 12誘導心電図から左室拡大及び左室肥大を分類するのに、深層学習は有用な手法であるといえる。左室の形態的異常を簡易的にスクリーニングすることによる深層学習の臨床的有用性について今後検証をすべきである。

参考文献

- [1] 平成11年度 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班研究報告集
- [2] Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Di Paolo FM, Spataro A, Biffi A, Caselli G, Piovano P. Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation*. 2000 Jul 18;102(3):278-84.
- [3] Maron BJ, Friedman RA, Kligfield P, Levine BD, Viskin S, Chaitman BR, Okin PM, Saul JP, Salberg L, Van Hare GF, Soliman EZ, Chen J, Matherne GP, Bolling SF, Mitten MJ, Caplan A, Balady GJ, Thompson PD, Assessment of the 12-lead electrocardiogram as a screening test for detection of cardiovascular disease in healthy general populations of young people (12-25 years of age): a scientific statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2014 Oct 7;64(14):1479-514.
- [4] Attia ZI, Noseworthy PA, Lopez-Jimenez F, Asirvatham SJ, Deshmukh AJ, Gersh BJ, Carter RE, Yao X, Rabinstein AA, Erickson BJ, Kapa S, Friedman PA. An artificial

intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus rhythm: a retrospective analysis of outcome prediction. *Lancet*. 2019 Sep 7;394(10201):861-867.

[5] Attia ZI, Kapa S, Lopez-Jimenez F, McKie PM, Ladewig DJ, Satam G, Pellikka PA, Enriquez-Sarano M, Noseworthy PA, Munger TM, Asirvatham SJ, Scott CG, Carter RE, Friedman PA. Screening for cardiac contractile dysfunction using an artificial intelligence-enabled electrocardiogram. *Nat Med*. 2019 Jan;25(1):70-74.

[6] Kwon JM, Kim KH, Akkus Z, Jeon KH, Park J, Oh BH. Artificial intelligence for detecting mitral regurgitation using electrocardiography. *J Electrocardiol*. 2020 Mar-Apr;59:151-157.

[7] Alexey Dosovitskiy and Lucas Beyer and Alexander Kolesnikov and Dirk Weissenborn and Xiaohua Zhai and Thomas Unterthiner and Mostafa Dehghani and Matthias Minderer and Georg Heigold and Sylvain Gelly and Jakob Uszkoreit and Neil Houlsby, An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale, 2020, arXiv.2010.11929