

第二次審査（論文公開審査）結果の要旨

Automatic Diagnosis of Diabetic Retinopathy Stage Focusing Exclusively  
on Retinal Hemorrhage

網膜出血に着目した糖尿病網膜症病期自動診断

日本医科大学大学院医学研究科 眼科学分野

研究生 徳田 芳浩

Medicina (Kaunas), volume 58, number 11, page 1681, Nov 20, 2022 掲載

DOI: 10.3390/medicina58111681.

糖尿病網膜症 (Diabetic Retinopathy, DR) は、視覚障害の主な原因として知られる。しかし、我が国では糖尿病と診断された患者の約 3 割は眼科を受診していないという問題がある。本研究では糖尿病内科受診患者を対象に、無散瞳眼底カメラと DR 眼底出血同定人工知能 (Artificial Intelligence, AI) および DR 病期分類 Support Vector Machine (SVM) を組み合わせて DR 病期診断を行いその性能を評価した。ツカザキ病院糖尿病内科を受診した 293 人の糖尿病患者の内、年 1 回の眼科受診を予定していない 89 例 (30.4%) を対象とした。無散瞳眼底カメラを用いて右眼を撮影した。不鮮明な画像であると DR 専門眼科医が判断した 19 例除外され、70 例 70 眼の眼底画像を分析した。DR の病期分類は 3 人の DR 専門医が診断した。眼底画像での出血箇所識別用の AI モデルを構築した。トレーニングデータは、DR の 300 枚の画像で構成され、約 50,000 箇所の出血点のアノテーションを視能訓練士が行った。AI モデルにより出血の数を出血数、総ピクセル数を出血面積として抽出した。SVM は軽度以上の非増殖性 DR (non-proliferative DR, NPDR) および中等度以上の NPDR との分類の精度を比較するために使用した。この SVM モデルは、87 枚の DR データセット (DR なし (NDR) 11 枚、軽度 NPDR 25 枚、中等度 NPDR 32 枚、重度 NPDR 11 枚、および増殖型 DR (PDR) 8 枚) の眼底画像から作成した。70 眼の病期は、NDR 51 眼、軽度 NPDR 16 眼、中等度 NPDR 1 眼、重度 NPDR 1 眼、PDR 1 眼であった。SVM モデルの性能は NDR、軽度 NPDR、中等度 NPDR、および重度 NPDR の上限の曲線下面積 (AUC) は、それぞれ 0.897、0.955、0.944、および 0.913 であった。AI モデルで抽出した網膜出血の数と総面積 (px) および SVM モデルを用いて対象 70 眼の病期診断をした結果、軽度またはそれ以上の NPDR の検出は、感度が 0.812 (95%信頼区間、0.729-0.895)、特異度が 0.888 (95%信頼区間、0.821-0.955)、および AUC が 0.884 (95%信頼区間、0.775-0.993) であり、中等度またはそれ以上の NPDR の検出は、感度、特異度、および AUC の値がすべて 1.0 であった。スクリーニングのガイドラインでは、通常、感度および特異度の値が 80%以上であることが推奨されている。その観点から中等度以降の DR を検出するための実際の臨床実践で使用できる精度であったと言える。

第二次審査では他の網膜疾患との鑑別や人種間での違い、診断の正確性、学習枚数の妥当性、誤診率をなくすための方策、最終的な社会実装への可能性についての質問に対し、的確な回答を得た。

本論文は眼底写真の網膜出血という観点から AI により糖尿病網膜症の自動評価をしていく方法論とその結果が示されたものである。眼科の失明原因の上位を占める糖尿病網膜症の診断を眼科医以外が担うということにおいて、今後の診療科間の連携、地域・僻地診療に役立つ、臨床的意義の高い論文であると思われる。以上より、本論文は学位論文として価値あるものと認定した。