

令和 2 年 9 月 10 日現在

機関番号：14301
研究種目：研究活動スタート支援
研究期間：2018～2019
課題番号：18H05959・19K21115
研究課題名（和文）臨床情報を統合した腎病理画像の自動所見判定と予後・最適治療方針予測モデルの構築

研究課題名（英文）Development of automated classification of glomeruli with clinical information

研究代表者
内野 詠一郎（Uchino, Eiichiro）

京都大学・医学研究科・特定助教

研究者番号：20820905
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,700,000 円

研究成果の概要（和文）：腎生検によって得られる腎病理組織の病理画像から得られた糸球体画像について、人工知能モデルにより病的所見を自動判定するシステムを開発した。モデルは腎臓専門医と近い程度の分類性能を示すことが確認された。また、これらのモデルを臨床医が使用し、臨床医と人工知能モデルの多数決を行ったと仮定した場合において、最終的な分類性能が向上する可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年応用への取り組みが進められている人工知能技術について、医療分野、特に腎臓病診療における病理画像診断にも有用である可能性と、現在の標準的な手法におけるベンチマークが得られた。また同種のモデルを実際の臨床現場に使えるかという観点においても評価が行われ、今後の臨床応用に向けた可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：We developed a system that automatically determines pathological findings using an artificial intelligence model for glomerular images obtained from pathological images of renal biopsy. It was confirmed that the model showed similar classification performance to that of clinicians. Moreover, it was shown that the final classification performance might be improved if these models were used in a majority vote of the artificial intelligence model and clinicians.

研究分野：腎臓内科学

キーワード：腎病理 人工知能

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

糸球体の病理学的所見の自動分類は、腎病理における効率的かつ客観的な診断を確立する上で必須である。これまでの研究では、完全硬化や糸球体細胞の増殖を分類するための人工知能 (AI) モデルは検証されていたが、診断に必要な他のいくつかの糸球体の病理学的所見の分類のための包括的なモデルはまだ報告されていなかった。また、これらの AI モデルが臨床医の診断パフォーマンスに及ぼしうる影響も未検証であった。

2. 研究の目的

本研究では、病理診断に必要な主要な所見の糸球体画像を分類する AI モデルを開発することを目的とした。また、それらのモデルが腎臓専門医の診断パフォーマンスを改善できるかどうかの検証も行った。

3. 研究の方法

データセットとして、合計 25 名の腎臓内科医が注釈を付けた 15,888 の糸球体画像からなる 283 例の腎生検症例のデータセットを使用した。7 つの病理学的所見 (完全硬化、分節性硬化、内皮細胞増殖、メサンギウム基質増殖、メサンギウム細胞増殖、半月体形成、および基底膜の構造変化) を分類する AI モデルを、Inception V3 の畳み込みニューラルネットワークのファインチューニングによる深層学習を用いて構築した。その後、腎臓専門医の間での多数決による合意を仮定して、AI モデルを使用して一人の投票者として用いた場合と用いなかった場合の、正解ラベルとの一致度を比較した。

4. 研究成果

完全硬化を分類するモデルは、AUC 値で PAS 染色において 0.986、PAM 染色において 0.983 と高い性能が示された。他の所見のモデルにおいても、腎臓専門医に近いパフォーマンスが示された (図 1)。また、腎臓内科医内での多数決に AI モデル出力を追加することにより、感度と特異性は、腎臓専門医のみのモデルと比較して、14 の構築モデルのうち 9 つで改善が見られた (表 1)。以上より、ディープラーニングによる包括的な方法で複数の糸球体所見を分類するモデルの proof-of-concept が示され、臨床医の診断精度の向上におけるその潜在的な有効性が示唆された。

図1 PAS染色における所見分類の性能

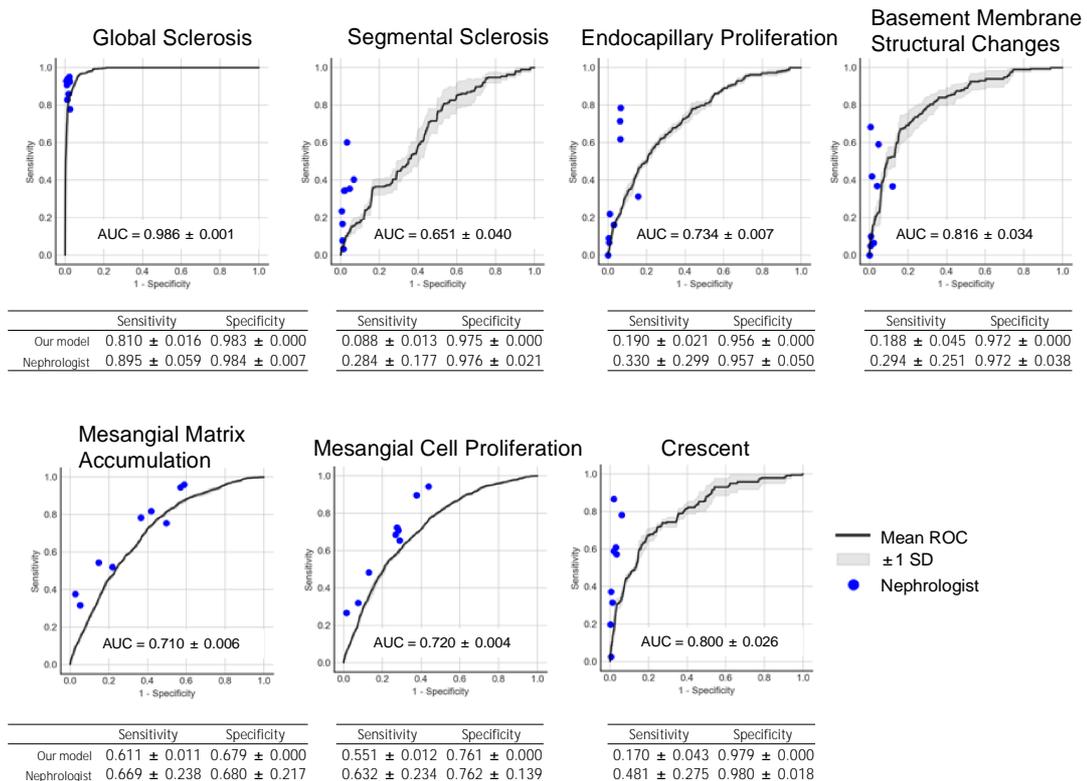


表1 AIモデルを含める場合/含めない場合の多数決による正解一致度

	Sensitivity			Specificity		
	Nephrologists	Nephrologists + AI	p-value	Nephrologists	Nephrologists + AI	p-value
Global sclerosis						
PAS	0.922 ± 0.018	0.946 ± 0.011	0.038	0.986 ± 0.001	0.993 ± 0.001	< 0.0001
PAM	0.907 ± 0.017	0.946 ± 0.023	0.016	0.985 ± 0.004	0.990 ± 0.002	0.029
Segmental sclerosis						
PAS	0.252 ± 0.037	0.278 ± 0.026	0.23	0.981 ± 0.003	0.997 ± 0.001	< 0.0001
PAM	0.241 ± 0.042	0.308 ± 0.061	0.084	0.987 ± 0.001	0.998 ± 0.001	< 0.0001
Endocapillary proliferation						
PAS	0.252 ± 0.022	0.307 ± 0.033	0.016	0.964 ± 0.003	0.989 ± 0.002	< 0.0001
PAM	0.197 ± 0.043	0.286 ± 0.055	0.022	0.974 ± 0.002	0.993 ± 0.001	< 0.0001
Basement membrane structural changes						
PAS	0.269 ± 0.039	0.298 ± 0.031	0.24	0.985 ± 0.001	0.996 ± 0.001	< 0.0001
PAM	0.178 ± 0.018	0.261 ± 0.030	0.0015	0.962 ± 0.003	0.992 ± 0.002	< 0.0001
Mesangial matrix accumulation						
PAS	0.690 ± 0.015	0.807 ± 0.015	< 0.0001	0.650 ± 0.010	0.782 ± 0.009	< 0.0001
PAM	0.568 ± 0.016	0.688 ± 0.015	< 0.0001	0.705 ± 0.011	0.838 ± 0.010	< 0.0001
Mesangial cell proliferation						
PAS	0.649 ± 0.015	0.765 ± 0.015	< 0.0001	0.755 ± 0.008	0.862 ± 0.008	< 0.0001
PAM	0.487 ± 0.021	0.594 ± 0.022	< 0.0001	0.826 ± 0.009	0.934 ± 0.002	< 0.0001
Crescent formation						
PAS	0.386 ± 0.043	0.452 ± 0.061	0.088	0.986 ± 0.003	0.997 ± 0.002	0.00050
PAM	0.457 ± 0.041	0.511 ± 0.040	0.071	0.990 ± 0.002	0.997 ± 0.001	0.0060

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Eiichiro Uchino, Kanata Suzuki, Noriaki Sato, Ryosuke Kojima, Yoshinori Tamada, Shusuke Hiragi, Hideki Yokoi, Nobuhiro Yugami, Sachiko Minamiguchi, Hironori Haga, Motoko Yanagita, Yasushi Okuno	4. 巻 141
2. 論文標題 Classification of glomerular pathological findings using deep learning and nephrologist-AI collective intelligence approach.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Int J Med Inform	6. 最初と最後の頁 104231
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104231	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Uchino E, Sato N, Taneishi K, Yokoi H, Minamiguchi S, Yanagita M, Okuno Y
2. 発表標題 Nephrologist-level Detection of Global Sclerosis in Pathological Glomerular Images by Artificial Intelligence
3. 学会等名 ISN Frontiers Meeting 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----