

論文内容要旨

論文題目

超音波内視鏡画像を用いた深層学習アルゴリズムによる
膵癌と自己免疫性膵炎の鑑別

責任講座： 内科学第二講座

氏名： 中村 瞳

【内容要旨】（1,200 字以内）

【背景】限局性膵腫大を呈する自己免疫性膵炎は、最も予後不良な癌の一つである膵管癌との鑑別困難な症例が存在し、高精度で非侵襲的な鑑別手法が望まれる。近年、超音波内視鏡検査画像を用いた深層学習による膵病変の鑑別についての報告が散見されるが、膵管癌と自己免疫性膵炎の鑑別に関する報告は一遍のみである。また、临床上必要とされる膵管癌と限局性自己免疫性膵炎の鑑別についての報告はない。本研究では、超音波内視鏡検査画像を用いた畳み込みニューラルネットワークによる膵管癌と限局性自己免疫性膵炎の鑑別における、効率的な学習方法を検討した。

【方法】当院にて 2016 年 12 月から 2022 年 7 月まで、超音波内視鏡下穿刺吸引細胞診/生検が施行された 229 症例のうち、膵管癌症例、限局性膵腫大を呈した限局性自己免疫性膵炎症例を対象に、後方視的研究を実施した。超音波内視鏡検査動画から膵管癌および限局性自己免疫性膵炎の関心領域を切り出した静止画像を用いて、ResNet152 の転移学習をおこなった。データ拡張法の 1 つとして、3 枚の画像を各々の色情報として組み合わせた画像を使用した（疑似 RGB 法）。5 つのデータセットを作成して交差検証をおこなう際に、患者の背景因子（年齢、飲酒量、肥満度）、時系列、医師の正診率について、各々のデータを順序付けしたものと、分散したものの、2 種類のデータセットを作成して比較し、学習データの特徴が診断性能に及ぼす影響を評価した。また、各評価項目について医師の成績と比較した。

【結果】61 名の膵管癌症例と 24 名の限局性自己免疫性膵炎症例の超音波内視鏡検査画像を使用した。各データセットでの学習全てにおいて、ResNet152 はあらゆる指標で医師の成績を上回った。さらに、医師の正診率に基づいて分散させたデータセットで学習した ResNet152 において、最も良い成績を示した。また、疑似 RGB 画像を用いた ResNet152 はモノクロ画像を用いた ResNet152 よりも好成績であった。

【考察】膵管癌と限局性自己免疫性膵炎の鑑別について、ResNet152 が医師の成績を上回った。また、医師の正診率に基づいて分散させたオリジナルのデータセットを用いた学習により、診断性能がさらに向上した。本研究で開発した疑似 RGB 法は、データ拡張方法の 1 つとして有効であった。本研究では限局性自己免疫性膵炎という希少疾患を対象としたが、オリジナルのデータセットと疑似 RGB 法の使用により、少ないデータ量でも畳み込みニューラルネットワークの学習が可能であった。今後は、多施設において、正常例を含むより多くの膵疾患を対象とした、超音波内視鏡検査画像を用いた畳み込みニューラルネットワークの臨床応用に関する研究を実施する必要がある。本研究では、様々な学習方法の工夫により、効率的な学習をさせることができた。希少疾患を対象とする場合は、畳み込みニューラルネットワークの学習データの準備に医師の画像認識能力を利用することで、CNN の性能向上が期待できる可能性がある。

2023 年 7 月 25 日

山形大学大学院医学系研究科長 殿

学位論文審査結果報告書

申請者氏名： 中村 瞳

論文題目：超音波内視鏡画像を用いた深層学習アルゴリズムによる膵癌と自己免疫性膵炎の鑑別

審査委員：主審査委員

元井 冬彦



副審査委員

浅尾 裕信



副審査委員

高木 理影



審査終了日： 2023 年 7 月 24 日

【 論文審査結果要旨 】

本研究は鑑別診断が困難で、かつ治療法・予後が全く異なる膵癌と自己免疫性膵炎を超音波内視鏡画像を材料とした深層学習アルゴリズムにより鑑別する方法を検討したものである。研究は倫理的配慮のもと科学的方法論に従って実施されている。本審査会では、下記の点に注意して修正することを条件に「条件付きで学位論文に値する」ことで審査委員の合意を得た。

1. 方法の「データセットと交差検証」「モデル設定」で、データ数の少なさを補うための具体的手法を整理して詳しく記載すること。
2. 血液検査所見（血清CRP値）は重要な情報であり、患者背景として追記すること（表1）。
3. $P < 0.05$ を統計的有意とするのは、患者背景（表1）に当てはめるものであり、モデル設定ではP値に制限されずに選定した事を記載すること。
4. 血液検査所見のデータ、他の画像所見（CT, MRI等）、2疾患の鑑別に関わる事が報告されている因子（実臨床以外で研究段階のものなど）を含めて、鑑別性能が上がる可能性があるか考察に記載すること。
5. 以下の様な検討の限界を考察に記載すること。
 - ① 2疾患が併存している場合には判定できないこと
 - ② 今回選んだ層化因子（年齢・飲酒量・BMI）以外に影響を与える因子がある可能性

(1, 200字以内)