

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K07647

研究課題名（和文）EOB-MRIとディープラーニングを用いたHCC切除後の予後予測システムの確立

研究課題名（英文）Establishment of a Prognostic Prediction System for Hepatocellular Carcinoma after Resection Using EOB-MRI and Deep Learning

研究代表者

中川 雅貴（Nakagawa, Masataka）

熊本大学・大学院生命科学研究部（医）・特定研究員

研究者番号：30771125

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：EOB-MRI画像を用いてDeep Learningにより肝細胞癌（HCC）切除後の予後予測システムの確立を試みましたが、EOB-MRI画像よりDeep Learningに用いて、分化度など予後に影響する因子について予測できるか検討しましたが、機種依存性が非常に強いことがわかり、様々な前処理およびDeep Learning手法を用いて検討した結果、同一機種であればある程度の予測は可能でしたが、別機種で確認した場合には性能が大きく低下しました。また、患者予後に大きく影響する肝機能に関する検討を行いました。こちらは従来に比べて新規性を出すことが困難でした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今回の検討では、当初の目論見であったEOB-MRIとDeep Learningを用いたHCC切除後の予後予測システムを確立することができませんでした。これは、EOB-MRI画像を用いた予後予測における機種依存性の高さが原因と考えられ、これを克服するためにはさらなる技術革新が必要である事がわかりました。

研究成果の概要（英文）：In this study, we attempted to establish a prognostic prediction system for hepatocellular carcinoma (HCC) after resection using EOB-MRI images and Deep Learning. We investigated whether Deep Learning could predict prognostic factors such as differentiation grade (low differentiation: 47 cases, high/moderate differentiation: 133 cases) using EOB-MRI images. However, we found that the system was highly dependent on the scanner model. After examining various preprocessing and Deep Learning methods, we found that a certain level of prediction was possible when using the same scanner model, but the performance significantly decreased when tested on a different scanner model. Specifically, the prediction performance was inferior to conventional methods such as ADC values. Furthermore, we also investigated liver function, which greatly influences patient prognosis, but it was difficult to achieve novelty compared to conventional methods.

研究分野：放射線科学関連

キーワード：放射線診断学 肝細胞癌 Deep Learning MRI 予後予測

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

肝細胞癌(HCC)の術後予後予測は、HCCの進行度だけでなく肝予備能にも影響を受けるため、複雑で困難であった。従来の予後予測システム(CLIP scoreやJIS score)は、腫瘍の悪性度自体を十分に反映できていない可能性があった。一方、EOB-MRIは、HCCの分化度に密接に関連する動脈血流量、門脈血流量、細胞密度を評価できる可能性があり、HCC全体の不均一性を評価できるメリットがあった。近年、EOB-MRIを用いて、肝予備能や腹部リンパ節転移なども評価できることが報告されていた。また、Deep Learningは、人間が指標を選択することなく、コンピュータ自体が判断に有用な指標を選択して学習していく手法であり、画像診断の分野では人間以上の成績を収めている。しかし、EOB-MRIとDeep Learningを組み合わせたHCC術後予後予測システムの報告はまだなかった。

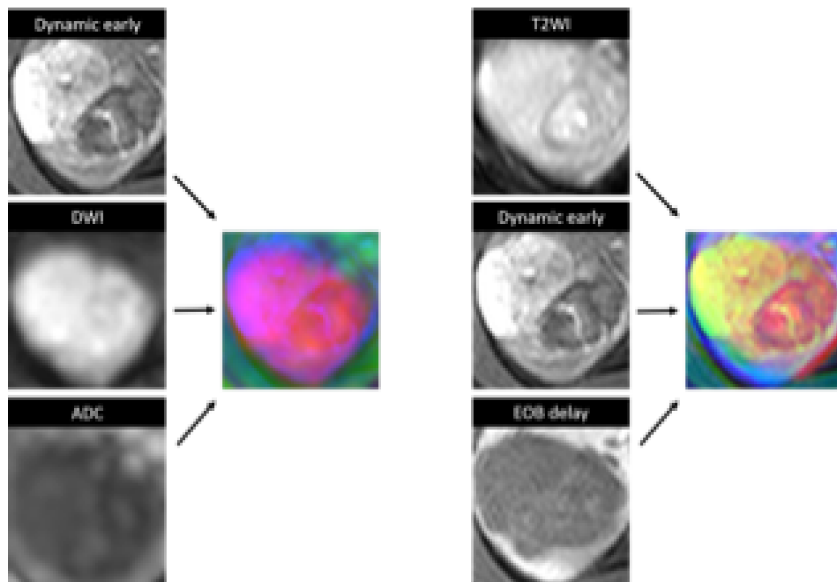
2. 研究の目的

本研究の目的は、EOB-MRIの画像自体を入力パラメータとするDeep Learningを用いてHCCの術後予後予測システムを確立することである。

3. 研究の方法

本研究では、180例のEOB-MRI画像をDeep Learningに用いて、分化度(低分化:47例、高/中分化:133例)など予後に影響する因子について予測できるか検討した。検討中に、EOB-MRI画像を用いた予後予測には機種依存性が強いことが判明したため、機種ごとに122例と58例に分け、それぞれをトレーニング群とテスト群として検討した。MRI画像としては、診断に重要なDynamic MRI動脈相、門脈相、肝細胞相、T2強調画像、拡散強調画像、ADCマップなどを使用した。トレーニング群で満足の結果が得られない場合は、前処置の方法やDeep Learningの種類を変更することとした。また、MRI画像より肝機能を同様に予測する検討も行った。

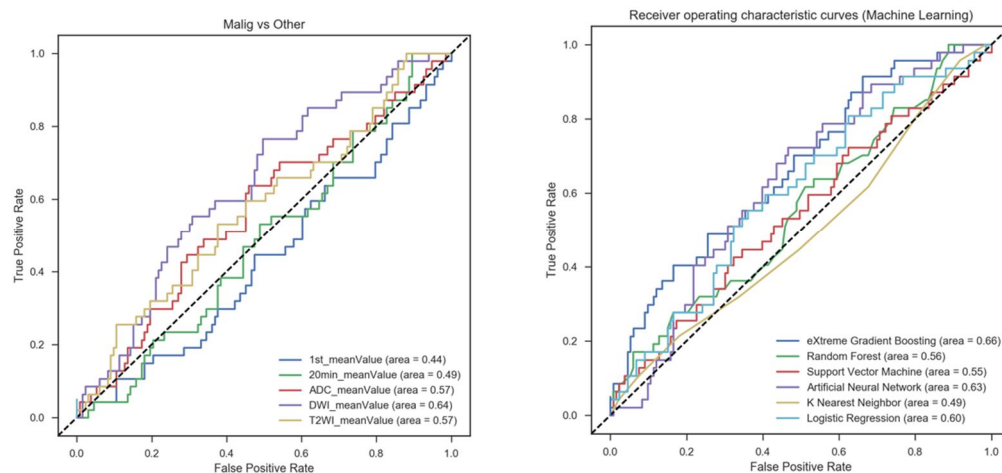
図1 複数のMRIデータをカラー画像に変換する前処理



4. 研究成果

通常の手法で検討したところ、同一機種での training 段階であればある程度の予測は可能であると思われたが、別機種の test 群では確認した場合には性能が大きく低下し、学習で成績が改善（loss が低下）しない状況だった。前処理の手法を変えて動脈相、門脈相、EOB 肝細胞相、DWI、ADC などを RGB に割り当てて合成することで一度に処理することなどを試みた（図 1）が、位置ズレの問題があり、成績は改善しなかった。その他にも Deep Learning の種類を変更したり、症例数不足の影響もあるかと考えて、自然画像からの転移学習で学習症例不足を補おうとしたが、これらも同様に学習が進まない状況だった。症例数が少ない場合に成績が良い場合が多い texture 解析（図 2）を行ったりしたが、従来の ADC 値以上の成績は得られなかった。また、肝機能については検討中に多数の成果が報告され、新たな知見は得られなかった。

図 2 シグナルによる検討と Texture 解析の比較



今回の検討では、当初の目論見であった EOB-MRI と Deep Learning を用いた HCC 切除後の予後予測システムを確立することができなかった。これは、EOB-MRI 画像を用いた予後予測における機種依存性の高さが原因と考えられた。機種依存性を克服するためには、マルチセンター共同研究によるドメイン適応手法などが必要と考えられるが、今回の検討期間では達成することができなかった。

今回の結果を踏まえると、機種依存性の影響を抑えたより精度の高い予後予測システムの開発を行うためには、多施設共同研究による様々な条件の症例を多数収集することが必要であることがわかった。今後は、そのような検討を進めていきたいと考えている。具体的には、複数の医療機関と協力し、異なる機種で撮影された EOB-MRI 画像を大量に収集し、ドメイン適応手法を用いて Deep Learning モデルを構築することを計画している。これにより、機種依存性の問題を解決し、より汎用性の高い予後予測システムの開発を目指したい。

また、本研究で得られた知見は、HCC の術後予後予測だけでなく、他の癌種や疾患の予後予測を行う場合でも、機種依存性の高さが開発のネックになる可能性が高いと考えられる。本研究の限界としては、単一施設での検討であったこと、症例数が限られていたこと、検討期間が短かったことなどが挙げられる。これらの限界を踏まえ、今後は多施設共同研究による大規模な検討を行い、より精度の高い予後予測システムの開発を目指していきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 木下翔太郎, 中浦猛 など
2. 発表標題 Machine learningを用いたCT画像解析による肝細胞癌の悪性度予測 - 九州肝臓外科研究会共同研究
3. 学会等名 第43回九州肝臓外科研究会
4. 発表年 2023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
研究分担者	山下 洋市 (Yamashita Youichi) (00404070)	熊本大学・大学院生命科学研究部(医)・准教授 (17401)	
研究分担者	川上 史 (Kawakami Fumi) (40565678)	熊本大学・病院・特任助教 (17401)	
研究分担者	三上 芳喜 (Mikami Yoshiki) (90248245)	熊本大学・病院・教授 (17401)	
研究分担者	中浦 猛 (Nakaura Takeshi) (90437913)	熊本大学・大学院生命科学研究部(医)・准教授 (17401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------