

## 【要約】

Conversion of T2-weighted magnetic resonance images of cervical spine  
trauma to STIR images by a generative adversarial network

(敵対的生成ネットワーク(GAN)による頸椎頸髄損傷のMRI T2 強  
調像から疑似 STIR 像の生成)

千葉大学大学院医学薬学府

先端医学薬学専攻

(主任：大鳥精司教授)

弓手 惇史

## 【はじめに】

頸椎頸髄損傷患者において MRI 検査は椎体骨折や靭帯損傷を評価するために必須の検査である。特に STIR (Short T1 Inversion Recovery) 像は T2 強調像と比較して骨折、椎間板、靭帯損傷を鋭敏に検出可能なシーケンスである。しかし頸椎頸髄損傷患者は呼吸循環動態が不安定で MRI 撮影時間に制約があることが多く、また他科医師のオーダーにより STIR 像が撮影されていない事もある。敵対的生成ネットワーク (GAN) とは人工知能の技術の 1 つで、入力画像から予測された疑似画像を生成する技術である。本研究では GAN を用いて頸椎頸髄損傷患者の MRI の T2 強調像から疑似 STIR 像の生成を行い、その有用性を検討した。

## 【方法】

当院に 2015 年から 2021 年までに受診し、頸椎頸髄損傷と診断された患者 290 名から T2 強調像、STIR 像ともに撮影された 79 例を対象とした。MRI 検査は機器が統一されておらず、1.5T もしくは 3T で施行された。MRI の T2 強調像、STIR 像の矢状断をそれぞれ 979 スライス抽出した。学習は 100epoch 行い 5 分差交差検証を行った。画像生成は中央のスライス画像に行い、生成した疑似 STIR 像に対し評価を行った。評価は定量的評価として画像の類似度を評価する指標である structural similarity (SSIM)、peak signal-to-noise ratio (PSNR) を用いて測定した。定性的評価として T2 強調像、STIR 像、疑似 STIR 像における椎体前血腫、前縦靭帯、椎体、椎間板、後縦靭帯、脊髄、棘間靭帯の信号変化の有無を 2 名の整形外科医 (検者 1、2) が判定した。実際の STIR 像で判断した信号変化を ground truth とし、T2 強調像と疑似 STIR 像による信号変化の判定の正確度を検討した。PC は GeForce RTX3090 を用い、フレームワーク TensorFlow を用いて Pix2Pix を実装した。

## 【結果】

定量的評価では PSNR で  $19.37 \pm 1.9$  dB、SSIM で  $0.519 \pm 0.1$  であった。定性的評価では検者 1 は信号変化の判定に T2 強調像と疑似 STIR 像で有意差を認めなかったが、検者 2 では正確度が T2 強調像 71.9%、疑似 STIR 像 78.2% ( $p=0.04$ ) であり疑似 STIR 像で棘間靭帯損傷の検出が優れていた。その他の部位では T2 強調像と疑似 STIR 像に損傷の検出において有意差は認めなかった。

## 【考察】

本研究では GAN を用いて頸椎頸髄損傷患者の MRI の T2 強調像から疑似 STIR 像の生成を行うことができた。定性的評価では T2 強調像と比較し、疑似 STIR 像の方が棘間靭帯損傷の検出に優れていた。

過去の報告では腰椎や膝における正常解剖のモダリティコンバージョンは散見されたが、頸椎外傷という病態に特化したモダリティコンバージョンの報告は本研究が初めてである。

実臨床では頸椎外傷の重症度分類に後方組織損傷の有無という項目があり、棘間靭帯への損傷の有無は手術適応か否かの判断に影響を与える。GANにより生成された擬似 STIR 像が棘間靭帯損傷に優れているという点により、GAN は治療方針を決める際の有用なツールとなる可能性がある。

また GAN の利点の一つとして複数のシークエンスを取得する時間を短縮できることが挙げられる。GAN による画像生成はほとんど時間を必要としないことから、すでに取得されたシークエンスから目的のシークエンスを取得することで MRI 検査の時間を短縮することができる可能性がある。特に頸椎外傷のように検査時間を早急に行う必要がある病態では、検査時間の短縮は非常に有用である。

その一方で実用性に関しては生成画像の類似度の改善が必要となる。患者数や学習枚数を増やし、様々な損傷をモデルに学習させることで、椎体や椎間板、後縦靭帯損傷も再現できるようになる必要がある。

#### 【結論】

GAN を用いて頸椎頸髄損傷患者の T2 強調像から STIR 像の画像生成を行なった。擬似 STIR 像は T2 強調像と比較し棘間靭帯損傷の検出に優れており、T2 強調像単独と比較し有用な情報を提供しうる。