

論文内容要旨

Artificial intelligence-based diagnosis of the depth
of laryngopharyngeal cancer

(AI を活用した咽喉頭癌の深達度診断)

Auris Nasus Larynx, in press.

主指導教員：竹野 幸夫 教授

(医系科学研究科 耳鼻咽喉科学・頭頸部外科学)

副指導教員：上田 勉 准教授

(医系科学研究科 耳鼻咽喉科学・頭頸部外科学)

副指導教員：藤井 万紀子 教授

(医系科学研究科 ゲノム口腔腫瘍学)

弓井 康平

(医系科学研究科 医歯薬学専攻)

はじめに：

内視鏡診断技術やハイビジョン内視鏡、狭帯域光観察（Narrow Band Imaging: NBI）といった光学技術の進歩により、消化管領域同様に咽喉頭領域でも表在癌が発見される機会が増加している。咽喉頭表在癌の治療として、低侵襲手術である経口的手術（Transoral surgery: TOS）が普及しているが、手術における切除範囲の設定は特に垂直断端において困難である。垂直断端陽性では追加治療が必要となる一方で、過度の切除は術後合併症として出血や嚥下障害のリスクを高める可能性があり、TOSにおける切除範囲の設定は重要な検討事項である。現在、臨床現場では食道表在癌における深達度診断同様に、咽喉頭表在癌に対しても内視鏡画像所見として拡大 NBI による intrapapillary capillary loop（IPCL）の形態に基づいた深達度予測が応用されている。ただし、これは内視鏡科医や耳鼻咽喉科医の人間の眼によって診断されるものであるため、臨床経験や施設規模などによって各施設間における診断能には少なからず差異が生じていると予想される。

近年、人工知能(Artificial intelligence: AI)による画像解析法の一つである Radiomics を活用した医療画像解析の研究が進んでいる。Radiomics は膨大な特徴量を数値化したものを機械学習させることで放射線医学において大量の画像情報を体系的に扱うことが可能であり、様々な種類の腫瘍のスクリーニング、診断、治療、評価に応用されている。頭頸部領域においても、Radiomics 解析と機械学習による治療効果予測モデル作成を行った研究が徐々に広がってきているが、咽喉頭癌の深達度に関して詳細に検討された報告はまだない。

目的：

Radiomics 解析により治療前画像から咽喉頭癌に対する深達度診断予測モデルを作成し、TOS における切除範囲の設定に寄与し得るかを検討することを目的とした。

方法：

2009 年 8 月から 2020 年 4 月までに当院で経口的切除術が施行され、扁平上皮癌と病理学的に診断された 95 病変（SCC in situ 54 病変、SCC 41 病変）を対象とした。これらの病変における上部消化管内視鏡検査で撮影された NBI 画像 95 枚を Radiomics 解析し、上皮浸潤の有無について診断能を検討した。内視鏡画像における病変部分を手動で描出し、得られた特徴量から LASSO 解析を用いて Accuracy(正解率)、Sensitivity(感度)、Specificity(特異度)、AUC(Area Under the Curve: 曲線下面積)を評価した。

結果：

Radiomics を用いた検討では、5 回 Cross-validation (交差検証)による Accuracy は平均 83.3%、Sensitivity は平均 87.3%、Specificity は平均 76.1%だった。また、ROC 曲線から算出した 5 回 Cross-validation の平均 AUC は 0.868 だった。

内視鏡科医の眼による深達度予測は Accuracy が 77.9%、Sensitivity が 100%、Specificity が

48.8%だった。

考察：

Radiomics 解析は AI を用いた医療用画像解析の手法の一つとして近年注目されている。**Radiomics** のワークフローは以下の通りである。医用画像をデータとして収集し、医用画像に対してセグメンテーションを行い、腫瘍領域を定義する。この領域から、腫瘍の強度、テクスチャ、形状に基づく特徴が抽出される。最後に、これらの特徴を解析に使用し機械学習を行う。**Radiomics** 解析は視覚的な評価における観察者間のばらつきを克服し、視覚的な分析では判別できない有用な予測特徴を得ることができる可能性がある。これまでに **Radiomics** を CT や MRI 画像の解析に用いた報告はあるが、内視鏡画像による深達度予測性能を検討した報告は本研究が初めてである。本研究で得られた予測因子としての画像特徴が意味するものは明確ではなかったが、画像特徴が示唆する臨床的または生物学的特徴を理解しやすい形で分析するための今後の研究が必要であると考えられた。このことから、AI による深達度診断システムが内視鏡科医による診断を補完しうる可能性が示唆される。

熟練した内視鏡科医による深達度診断と **Radiomics** 解析による深達度診断能を比較すると、**Accuracy** は同等の結果で、**Sensitivity** は内視鏡診断が勝り、**Specificity** は **Radiomics** 解析が勝るという結果だった。

今後、本研究を応用した AI による深達度診断システムを搭載した内視鏡デバイスが開発されれば、TOS 術中における切除範囲の設定に寄与でき得ることが示唆されたと言える。また、本研究では汎用されている内視鏡画像を用いた検討での結果であり、臨床応用において特定のデバイスによる内視鏡画像のみならず他施設での画像を含めて評価できることも利点の一つと言える。

結論：

本研究は、AI を用いた咽喉頭癌の深達度診断予測モデルが有用である可能性を示唆するものである。本研究は、咽喉頭癌の深達度診断に **radiomics** 解析を用いた最初の論文である。熟練した内視鏡科医や耳鼻咽喉科医の眼による深達度診断を補完し得る結果であり、臨床への応用が大いに期待されると考えられる。