

ワークショップ 2 : 医療システムの坂と雲～医工連携が切り開く近未来の医療

光線力学診断の雲を目指して
～ AI で登る坂～高知大学医学部 泌尿器科学講座¹⁾ 高知大学医学部附属 光線医療センター²⁾
産業技術総合研究所 人工知能研究センター³⁾ 筑波大学 医学医療系 腎泌尿器外科⁴⁾山本新九郎*¹⁾²⁾・野里博和³⁾・鴻巣竜之介³⁾・池田篤史⁴⁾・福原秀雄¹⁾²⁾・
井上啓史¹⁾²⁾

抄録：

光線力学診断 (photodynamic diagnosis : PDD) は、白色光観察よりも感度が向上する一方で、特異度が低下する。我々は、PDD における特異度の低下を改善するために、人工知能 (artificial intelligence : AI) 技術を用いて、PDD 真陽性組織と偽陽性組織の識別可能か検討を行った。結果として、観察部位によっては、特異度が改善する可能性が示唆された。

(西日泌尿. 86 : 227-228, 2024)

キーワード：膀胱癌, 光線力学診断, 5- アミノレブリン酸, 人工知能, 深層学習

1. 緒言

理想的な外科的切除とは、病変部位と外科的マージンを含めた必要最小限の範囲を切除することであり、それは経尿道的膀胱腫瘍切除術 (transurethral resection of bladder tumor : TURBT) においても同様である。そのためには、最適な切除範囲を同定することが重要である。PDD は白色光下での観察よりも癌検出感度が高い一方、特異度が低下する^{1),2)}。そのため、至適切除範囲を同定する技術へと PDD を昇華させるためには、特異度を改善する必要がある。本稿では、AI による膀胱内視鏡画像診断の現状と PDD の特異度を改善するための取り組みについて概説する。

2. 光線力学診断

筋層非浸潤性膀胱癌に対する 5- アミノレブリン酸 (5-aminolevulinic acid : 5-ALA) を用いた PDD は、5-ALA の代謝産物で蛍光性を有するプロトポルフィリン IX が癌細胞特異的に異常集積することを利用している³⁾。PDD により癌検出感度が大幅に向上するため、TURBT と併用することで術後残存腫瘍率や術後再発率が低下するという治療効果が報告されている。しかし、PDD は白色光単独での診断よりも特異度が低下する、すなわち偽陽性率が増加する。PDD をより診断精度の

高い、至適切除範囲を同定する技術とするためには、PDD 真陽性・偽陽性組織を識別することが今後の課題である。

3. AI を用いた膀胱内視鏡画像研究

近年、膀胱内視鏡画像を対象とした AI を用いた研究成果が報告されている。Ikeda ら⁴⁾ は、膀胱内視鏡画像 2102 枚 (正常組織画像 1671 枚、腫瘍病変画像 431 枚) を用いて、AI 技術の代表的手法である畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network) に基づく異常検出手法を確立し、感度 89.7 %、特異度 94.0 %、ROC 曲線下面積 0.98 と良好な診断成績を報告している。PDD 画像を対象に AI を用いた報告は、ほとんどない。Ali ら⁵⁾ は、ヘキシルアミノレブリン酸を使用した PDD 画像 216 枚 (216 症例) を用いて、良性・悪性を分類し、感度 95.77 %、特異度 87.84 % と良好な診断成績を報告している。

そこで我々は、AI 技術を用いて、PDD の特異度を改善するため、PDD 真陽性組織と偽陽性組織が識別可能か検討を行った。高知大学医学部附属病院で施行した PDD-TURBT 手術動画より抽出した PDD 陽性画像を対象とし、深層学習モデルによる PDD 診断精度を算出した。特に、部位別で診断精度が異なる結果となっており、観察部位によっては、特異度が改善する可能性が示唆された。

* 〒783-8505 高知県南国市岡豊町小蓮 185-1
TEL 088-880-2402, FAX 088-880-2404
E-mail jm-yamamoto-shinkuro@kochi-u.ac.jp

受付日：2024 年 1 月 29 日
受理日：2024 年 2 月 2 日

4. 結 語

近年, AI が医療に与える影響は大きく, 膀胱内視鏡画像診断においてもその有効性が報告されている。我々も膀胱内視鏡 PDD 画像を対象とした解析を行い, 真に切除すべき範囲を検出する膀胱内視鏡 PDD 支援システムの開発を目指していきたいと考えている。

文 献

- 1) Mowatt G, et al.: Aberdeen Technology Assessment Review (TAR) Group. Photodynamic diagnosis of bladder cancer compared with white light cystoscopy: Systematic review and meta-analysis. *Int J Technol Assess Health Care*. Jan; **27** (1): 3-10, 2011.
- 2) Yamamoto S et al.: Real-world experience with 5-aminolevulinic acid for the photodynamic diagnosis of bladder cancer: Diagnostic accuracy and safety. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. Dec; **32**: 101999, 2020.
- 3) Inoue K, et al.: Current status of photodynamic technology for urothelial cancer. *Cancer Sci*. Feb; **113** (2): 392-398, 2022.
- 4) Ikeda A, et al.: Support System of Cystoscopic Diagnosis for Bladder Cancer Based on Artificial Intelligence. *J Endourol*. Mar; **34** (3) 352-358, 2020.
- 5) Ali N, et al.: Deep learning-based classification of blue light cystoscopy imaging during transurethral resection of bladder tumors. *Sci Rep*. Jun 2; **11** (1): 11629, 2021.

TOWARD A CLOUD OF PHOTODYNAMIC DIAGNOSIS: A HILL TO CLIMB USING AI

SHINKURO YAMAMOTO, HIDEO FUKUHARA AND KEIJI INOUE

Department of Urology, Kochi Medical School, Nankoku, Japan

SHINKURO YAMAMOTO, HIDEO FUKUHARA AND KEIJI INOUE

Center for Photodynamic Medicine, Kochi Medical School, Nankoku, Japan

HIROKAZU NOSATO AND RYUNOSUKE KONOSU

Artificial Intelligence Research Center,

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan

ATSUSHI IKEDA

Department of Urology, University of Tsukuba Hospital, Tsukuba, Japan

Abstract

Photodynamic diagnosis (PDD) is more sensitive than white light observation but has reduced specificity. Herein, we investigated whether artificial intelligence technology can be used to discriminate between true-positive and false-positive tissues in PDD to improve its low specificity. The results suggest that specificity can be improved depending on the observation site.

(Nishinohon J. Urol. **86**: 227-228, 2024)

key words: bladder cancer, photodynamic diagnosis, 5-aminolevulinic acid, artificial intelligence, deep learning