

RESEARCH UPDATE

인공지능을 이용한 대장폴립의 진단: 미소폴립의 정확한 분류

이준

조선대학교 의과대학 내과학교실

Diagnosis of Colon Polyps Using Artificial Intelligence: Accurate Classification of Diminutive Polyps

Jun Lee

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chosun University, Gwangju, Korea

Article: Accurate Classification of Diminutive Colorectal Polyps Using Computer-Aided Analysis (*Gastroenterology* 2018;154:568-575)

요약: 최근 사회 전반에서 빅데이터를 이용한 인공지능(artificial intelligence)의 활용이 늘어나면서 의료 분야에서도 인공지능에 대한 연구가 급속도로 증가하고 있다. 특히 양질의 영상 데이터를 확보하여 심층학습(deep learning)을 시킨 후 축적된 자료를 바탕으로 영상을 판독하는 컴퓨터 지원 진단 시스템(computer-aided diagnosis with deep neural network)은 대장 내시경 진단 분야에도 획기적인 변화를 가져올 것으로 생각된다. 최근 대장 내시경 진단 분야에서 임상적 관심은 불필요한 시술을 줄이기 위하여 시술 전 종양폴립으로부터 증식폴립의 감별과 조기 대장암에서 깊은 점막하층암(deep submucosal cancer)을 구분하는 것이다. 본 연구는 양질의 영상을 심층신경망을 통하여 심층학습시킨 컴퓨터 지원 진단 시스템이 미소폴립(<5 mm)을 증식폴립과 종양폴립으로 정확한 분류가 가능한지 확인하는 연구이다.¹ 연구 방법은 대장 내시경 전문가가 2017년 3월부터 8월까지 대장 내시경 시행 도중 미소폴립이 관찰되면, 확대 내시경으로 최대한 확대시킨 협대역 영상(narrow-band imaging)을 관찰하고 수집하였다. 수집된 영상 중에 심층학습에 이용된 영상과 같은 질(quality)과 해상도를 가지는 영상을 선택하여 JPEG 형태로 저장하였

다. 이렇게 제작된 284개의 미소폴립(96개의 증식폴립, 188개의 종양폴립)의 테스트 영상으로 컴퓨터 지원 진단 시스템과 내시경 의사 간의 실시간 조직학적 진단예측도를 평가하였다. 일차 결과로는 두 군의 진단 정확도, 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 그리고 진단에 걸리는 시간을 비교 분석하였다. 컴퓨터 지원 진단 시스템은 영상 보관 데이터베이스에서 1,476장의 종양폴립과 681장의 증식폴립의 협대역 확대영상을 구글(Google)의 텐서플로우(TensorFlow)를 기반으로 심층신경망(deep neural network)으로 심층학습시켰다. 내시경 의사는 5년 이상의 대장 내시경 경험을 가지고 있는 2명의 전문가와 1년 경험을 가지고 있는 4명의 초심자가 참여하였고, 휴대용 컴퓨터로 디지털 형식의 테스트 영상 이미지를 평가하였다. 진단 시간은 스크린상에 테스트 이미지가 나타나는 시점부터 주어진 대답 사이의 시간으로 정의되었다.

결과를 살펴보면 컴퓨터 지원 진단 시스템은 종양폴립과 증식폴립의 진단 정확도 90.1% (256/284), 민감도 96.3% (181/188), 특이도 78.1% (75/96), 양성예측도 89.6% (181/202) 그리고 음성예측도 91.5% (75/82)로 보고하였다. 특히 종양폴립에 대한 소집단 분석에서 고등급 이형성(high grade dyspla-

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © 2018. Korean Society of Gastroenterology.

교신저자: 이준, 61453, 광주시 동구 필문대로 365, 조선대학교병원 내과

Correspondence to: Jun Lee, Department of Internal Medicine, Chosun University Hospital, 365 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju 61453, Korea. Tel: +82-62-220-3012, Fax: +82-62-224-5494, E-mail: leejun@chosun.ac.kr

Financial support: None. Conflict of interest: None.

sia)을 가지는 폴립(71/188)의 진단 민감도는 100%로 확인되었다. 내시경 의사의 소그룹 분석에 전문가들은 'diagnose-to-leave' 전략에 만족하는 높은 음성예측도(93.7-94.0%)와 특이도(65.6-77.1%)가 확인되었지만 초심자에서는 4명 중 3명에서 음성예측도가 68.5-84%로 만족스럽지 못한 결과가 확인되었다. 요약하면 미소폴립의 진단에 있어서 컴퓨터 지원 진단 시스템은 전문가와 비교하였을 때에 열등하지 않았고, 초심자와 비교하였을 때에 우월하였다. 또한 컴퓨터 지원 진단 시스템은 관찰자 내 일치도(kappa score of 1)가 완벽한 반면, 내시경 의사는 초심자(kappa score of 0.57-0.84), 전문가(kappa score of 0.67-0.81) 모두 상대적으로 낮은 관찰자 내 일치도를 보고하였다. 진단에 걸리는 시간도 컴퓨터 지원 진단 시스템은 0.45 ± 0.07 초로 전문가(1.54 ± 1.30 초)와 초심자(1.77 ± 1.37 초)에 비하여 통계적으로 유의하게 빠른 진단이 가능함을 확인하였다.

해설: 대장암의 대부분이 선종-암종 연쇄과정으로 진행하므로, 대장 내시경으로 선종폴립을 발견하고 제거하는 것은 대장암 발생을 효과적으로 낮출 수 있다.² 증식폴립은 선종폴립과 달리 악성으로 변화가 거의 없기 때문에 일반적으로 제거할 필요가 없다. 그러므로 폴립의 내시경 절제 전에 정확한 조직학적 예측이 가능하면 증식폴립과 같은 비종양폴립의 불필요한 제거를 피할 수 있고, 이로 인한 시간과 비용을 절감할 수 있다.³ 협대역 영상은 점막 표면의 미세구조와 혈관을 관찰하여 폴립의 조직학적 특징을 실시간으로 예측할 수 있는 이미징 증강 내시경 방법이다.⁴ 그러나 실제 임상에서 협대역 영상을 이용하여 선종폴립과 증식폴립을 구분하기 위하여서는 상당 수준의 전문 지식이 필요하다. 미국소화기내시경학회는 미소폴립의 실시간 내시경 진단을 적용하기 위한 ASGE Preservation and Incorporation of Valuable endoscopic Innovations의 문턱값으로서 증식폴립의 음성예측도를 90% 이상을 요구하고 있다. 실제 메타 분석에서 전문가나 수련병원에서 협대역 영상을 이용하여 미소폴립에 대한 실시간 조직학적 진단의 음성예측도는 각각 91.8% (95% CI, 89-94), 93% (95% CI, 91-96)로 보고하여 'diagnose-and-leave' 전략에 대하여 임상 적용이 가능함을 보고하였다.⁵ 그러나 일차 의료가 관이나 비전문가에서는 민감도와 특이도가 각각 77.0%와 78.8%로서 매우 낮아 'diagnose-and-leave' 전략은 협대역 영상에 대하여 충분한 지식과 경험을 가지고 있는 전문가만으로 국한되어야 한다.^{6,7} 그러므로 이 같은 단점을 극복하기 위하여 컴퓨터 지원 진단 시스템(computer aided diagnosis with deep neural network)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 대표적인 초기 연구로 Gross 등⁸은 협대역 확대영상을 이용하여 폴립의 혈관 패턴에 기초한 대장폴립의 독립적인 분

류 방법을 제시하였고, 이를 바탕으로 컴퓨터 기반 진단 시스템을 이용하여 폴립의 조직학적 진단의 유용성을 평가하였다. 결과로 컴퓨터 기반 진단 시스템이 전문가와 비교하여 열등하지 않고 초심자에 비하여 우수한 성적을 보고하였다. 그러나 지금까지 대부분의 보고가 연구기관에 특이적이고 현지화된 소프트웨어의 구현으로 기술에 대한 접근이 매우 제한적이였다. 본 연구에서는 구글의 텐서플로우라는 개방된 소프트웨어를 이용하였고, 심층신경망을 이용하여 심층학습시킨 컴퓨터 도움 진단 시스템을 이용한 미소폴립의 조직학적 분류가 내시경 전문가만큼 효과적임을 보고하였다. 또한 진단에 걸리는 시간이 매우 짧기 때문에 실시간 진단이 가능할 것으로 생각된다. 그러므로 임상 적용이 확대되면 미소폴립에 대하여 'diagnose-and-leave' 전략을 적용할 수 없는 초심자에게 조직학적 분류에 도움을 주어 불필요한 제거를 줄일 수 있을 것으로 생각된다. 이 연구의 제한점으로서 컴퓨터 도움 진단 시스템이 높은 질의 영상만을 심층학습하였기 때문에 영상 이미지가 흔들리거나, 폴립의 표면이 지저분하거나 점액으로 덮여 있을 경우 정확한 진단이 어려울 수 있다. 또한 확대 내시경을 통한 협대역 영상을 분석하였기 때문에 확대 내시경을 이용할 수 없는 병원에서는 이용이 극히 제한적일 수 있다. 그러므로 낮은 질의 영상에 대하여서도 심층학습이 필요할 것으로 생각되고, 나아가 확대 내시경이 없는 협대역 영상에 대한 심층학습을 통한 컴퓨터 도움 진단 시스템의 개발이 필요할 것으로 생각된다.

정리하면, 본 연구는 확대 내시경을 통한 협대역 영상을 심층학습시킨 컴퓨터 도움 진단 시스템이 미소폴립에서 증식폴립과 선종폴립의 감별이 전문가만큼 우수함을 입증하였다. 본 연구를 토대로 심층학습에 기반을 둔 컴퓨터 도움 진단 시스템은 내시경 영상 진단뿐만 아니라 초음파, 컴퓨터 촬영, 자기공명영상 등과 같은 모든 영상 진단에도 획기적인 변화를 가져올 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Chen PJ, Lin MC, Lai MJ, Lin JC, Lu HH, Tseng VS. Accurate classification of diminutive colorectal polyps using computer-aided analysis. *Gastroenterology* 2018;154:568-575.
2. Nishihara R, Wu K, Lochhead P, et al. Long-term colorectal-cancer incidence and mortality after lower endoscopy. *N Engl J Med* 2013;369:1095-1105.
3. Patel SG, Schoenfeld P, Kim HM, et al. Real-time characterization of diminutive colorectal polyp histology using narrow-band imaging: implications for the resect and discard strategy. *Gastroenterology* 2016;150:406-418.
4. Tanaka S, Sano Y. Aim to unify the narrow band imaging (NBI) magnifying classification for colorectal tumors: current status in Japan from a summary of the consensus symposium in the 79th

- Annual Meeting of the Japan Gastroenterological Endoscopy Society. *Dig Endosc* 2011;23 Suppl 1:131-139.
5. ASGE Technology Committee, Abu Dayyeh BK, Thosani N, et al. ASGE technology committee systematic review and meta-analysis assessing the ASGE PIVI thresholds for adopting real-time endoscopic assessment of the histology of diminutive colorectal polyps. *Gastrointest Endosc* 2015;81:502.e1-e502.e16.
6. Ladabaum U, Fioritto A, Mitani A, et al. Real-time optical biopsy of colon polyps with narrow band imaging in community practice does not yet meet key thresholds for clinical decisions. *Gastroenterology* 2013;144:81-91.
7. Kuiper T, Marsman WA, Jansen JM, et al. Accuracy for optical diagnosis of small colorectal polyps in nonacademic settings. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2012;10:1016-1020; quiz e79.
8. Gross S, Trautwein C, Behrens A, et al. Computer-based classification of small colorectal polyps by using narrow-band imaging with optical magnification. *Gastrointest Endosc* 2011;74:1354-1359.