

## RGB 채널치환을 이용한 내시경영상 향상을 위한 예비 연구

울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실,<sup>1</sup> 내과학교실<sup>2</sup>

이동환<sup>1</sup> · 양찬주<sup>1</sup> · 정훈용<sup>2</sup> · 이재령<sup>1</sup> · 남수정<sup>1</sup> · 최승호<sup>1</sup>

### Enhancement of Endoscopic Images by RGB Channel Substitution Image Processing, a Preliminary Report

Dong Hwan Lee,<sup>1</sup> Chan Joo Yang,<sup>1</sup> Hwoon-Yong Jung,<sup>2</sup> Jaeryung Lee,<sup>1</sup> Soo-Jung Nam<sup>1</sup> and Seung-Ho Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Otolaryngology and <sup>2</sup>Internal Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

**Background** Neoplastic vessels tend to proliferate on the surface of malignant lesions in the aerodigestive tract. So, superficial malignant lesions can be detected earlier by enhancing mucosal vascular clarity. To enhance mucosal vascular clarity on endoscopic image, we developed an image processing algorithm of RGB (red-green-blue) channel substitution image (CSI).

**Methods** Each pixel in original white light image (WLI) has its own value of red, green and blue channel. Various combinations of RGB channel substitution was tried on original WLI.

**Results** To make superficial blood vessels darker than brighter background mucosa, in the CSI algorithm, RGB value in each pixel of WLI is substituted; red value to green one, green value to blue one. There was a good contrast between superficial mucosal vessels and background brighter mucosa in the CSI image.

**Conclusion** By RGB CSI algorithm, WLI could be successfully converted to new images with enhanced mucosal vascular clarity. Using RGB CSI algorithm could provide added vascular visibility on original WLI.

Korean J Bronchoesophagol 2012;18:45-48

**KEY WORDS** Endoscopy · RGB channels · Substitutions.

## 서론

기존의 백색광(white light image)을 이용한 내시경 영상은 상부 기관식도부의 검진에 널리 사용되어 왔다. 하지만, 초기의 점막에 국한된 악성 병변의 경우 초기 내시경검사에도 발견되지 못하고 지나치게 되는 경우가 있다.<sup>1)</sup> 이는 백색광 내시경 영상에서는 초기 악성 병변 부위의 혈관 과형성과 주위 점막에 대한 영상 대조도(contrast)가 좋지 못하기 때문이다.<sup>2)</sup> 이에 비추어 볼 때, 초기 악성 병변 혈관의 주위 점막에 대한 영상 대조도를 높일 수 있는 기술의 개발은 악성 병변의 조기 발견을 높여줄 것으로 생각할 수 있다.

최근에는 narrow band image(NBI) 내시경 기술이 다양한 초기 상부 소화호흡기계 병변을 발견하는데 도움이 되고 있다.<sup>3)</sup> NBI 원리의 바탕은 소화호흡기계 병변에서 악성 병변의 표면에 혈관들이 증식한다는 사실에 기초한다. NBI 필터를 통과하는 빛은 415±30 and 540±30 nm의 파장을 가지며, 순환하는 산화 헤모글로빈의 흡수 스펙트럼은 415와 540 nm에서 피크를 보이기 때문에 NBI 필터를 통과한 빛은 대부분 헤모글로빈에 의해 흡수되고, 혈관들은 암록색으로 보이게 된다.<sup>4)</sup> 그러나, 배경 점막에서는 NBI 필터를 통과한 빛이 산란되고 반사되어, 결과적으로 표면 점막 혈관보다 더 밝은 색을 띄게 된다. 따라서, 표면 점막 혈관과 배경 점막 사이의 대조도가 향상되게 된다.

하지만, NBI의 이러한 이론적, 실제적 이점에도 불구하고, 상대적으로 높은 NBI 내시경 장비의 가격과 내시경 이외의 다른 의학 영상 장비에 적용되지 못한다는 점 때문에 NBI는 폭 넓

논문접수일: 2012년 11월 24일 / 심사완료일: 2012년 11월 30일

교신저자: 최승호, 138-736 서울 송파구 아산병원길 86

울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실

전화: 02-3010-3750 · 전송: 02-489-2773

E-mail: shchoi@amc.seoul.kr

게 적용되지 못하고 있다. 따라서, NBI의 이론을 더 널리 구현할 수 있는 기술이 필요하다고 할 수 있다.

따라서 우리는 NBI의 이론을 하드웨어가 아닌 소프트웨어 상으로 구현하여 기존 백색광 내시경 영상을 대조도가 좀 더 향상된 영상으로 변환시킬 수 있는 RGB 채널치환 알고리즘(RGB channel substitution algorithm)을 개발하고자 하였다.

### 대상 및 방법

본래 일반적인 내시경의 컬러 영상은 백색광을 이용한 영상으로 백색광은 가시광선 범위의 전 파장을 포함하는 빛이다. 빛의 파장에 따라 투과율 및 반사율이 다르므로 백색광을 비추어 얻은 내시경 영상을 성분 파장에 따라 분리할 수 있으면 점막의 깊이나 혈관 색상을 반영하여 병변을 차별하여 보여줄 수 있을 것이라는 가설을 수립하였다. 모니터 상에 나타나는 영상은 RGB(red-green-blue) 채널로서 표현되며 모니터 상의 백색광 내시경 영상의 각 픽셀(pixel)은 3개의 채널 값, 즉 각각의 red, green, blue 채널 값을 가지고 있다.<sup>5)</sup> 이것을 백색광 내시경 영상 내에서 각 픽셀의 위치를 나타내기 위해 영상의 가로축 x와 세로축 y값을 이용하여 표현하면  $C(x, y)=[r(x, y) \ g(x, y) \ b(x, y)]$ 로 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 백색광 내시경 영상 내 각 픽셀의 red, green, blue의 3개 채널 값을 추출하여 다양한 방법으로 각 채널 값을 치환하여 새로운 이미지를 합성, 출력할 수 있는 소프트웨어를 개발하였다. 이 소프트웨어를 사용하여 식도 내시경 영상을 변환하였고 백색광 영상과 변환된 영상을 육안으로 비교하여 혈관 대조도를 가장 많이 향상시킬 수 있는 RGB 채널치환 방법을 선택하고자 하였다.

### 결 과

백색광 내시경 영상의 각 pixel을 모두 red 값만, 또는 green 값만, 또는 blue 값만 가지게 하여 영상을 3가지로 변환하여 보면, red 값만을 가진 영상( $C(x, y)=[r(x, y) \ r(x, y) \ r(x, y)]$ )은 주위 배경점막과 표면점막혈관 사이의 대조가 거의 없는 영상으로 변환됨을 볼 수 있고, 이에 반하여 green 값만을 가진

영상( $C(x, y)=[g(x, y) \ g(x, y) \ g(x, y)]$ )이나 blue 값만을 가진 영상( $C(x, y)=[b(x, y) \ b(x, y) \ b(x, y)]$ )은 기존 백색광 내시경 영상보다 주위 배경점막과 표면점막혈관 사이의 대조도가 향상된 영상으로 변환됨을 볼 수 있었다(Fig. 1). 따라서, 각 픽셀의 3개의 채널 값을 green 값과 blue 값만으로 조합하여 혈관 대조도가 가장 좋은 조합을 확인한 결과, 본래의 백색광 내시경 상 영상의 각 픽셀 내 red 값은 green 값으로 치환하고, green 값은 blue 값으로 치환 하는 것이 가장 향상된 영상결과를 보여주었다. 이를 각 픽셀의 좌표 값을 포함하면( $C(x, y)=[r(x, y) \ g(x, y) \ b(x, y)] \rightarrow C'(x, y)=[g(x, y) \ b(x, y) \ b(x, y)]$ )로 표현할 수 있다(Fig. 2). 기존의 내시경 영상과 비교하여 보아도 기존 영상보다 변환된 영상에서 식도점막혈관에 대한 영상대조도가 향상된 것을 볼 수 있었다(Fig. 3). 변환된 영상에서는 점막 혈관들이 어두운 청색으로 나타나 주위 점막에 대한 대조도가 더욱 증가하였고 결과적으로 비정상 혈관들을 더욱 쉽게 확인할 수 있었다.

### 고 찰

NBI 내시경 시스템은 1999년 5월에 처음 개발되어 일본 올림푸사에 의해 2006년 5월에 출시되었다.<sup>2)</sup> NBI 시스템은 소화기계 내시경에 주로 사용되고 있고, 현재는 자궁내시경 등

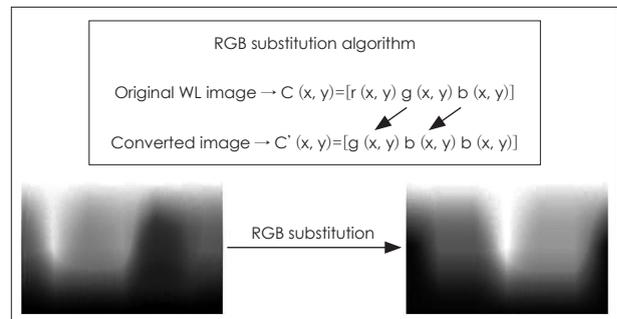


Fig. 2. The schematic presentation of the RGB channel substitution algorithm. Each pixel in original white light image has its own value of red, green and blue channel. In RGB channel substitution algorithm, RGB value in each pixel is substituted: red value to green one, green value to blue one. So, each pixel of finally converted image has only short wavelengths-channels, which shows superficial mucosal vessels more clearly.

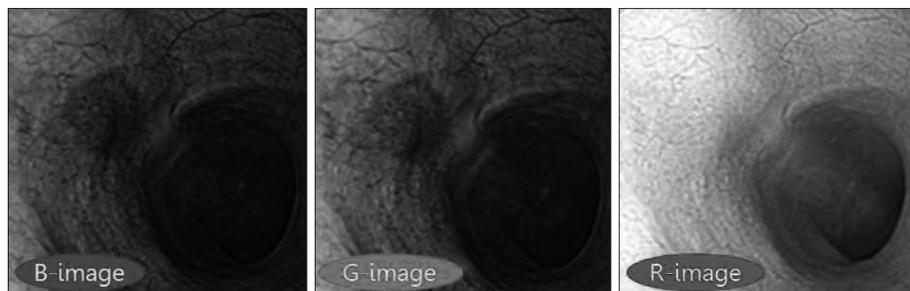
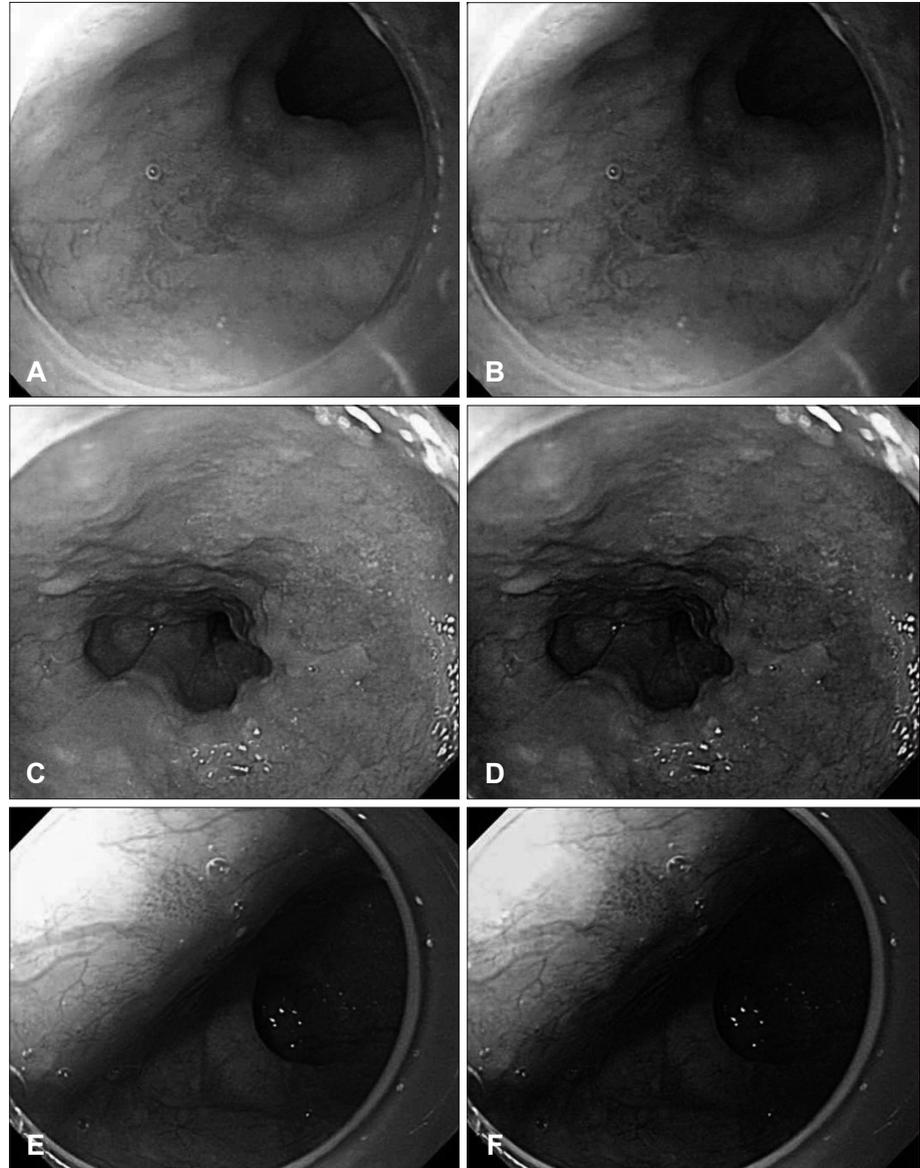


Fig. 1. Contrast was enhanced between vessels and background mucosa in the blue and green image, but there was almost no contrast in the red image.



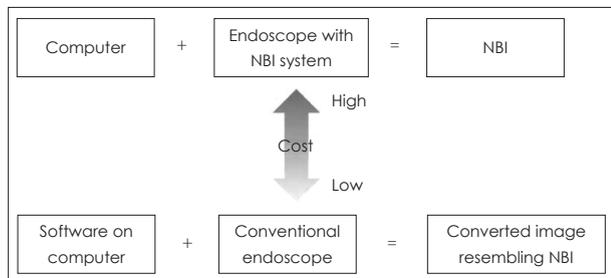
**Fig. 3.** Compared to (A, C, E) original white light endoscopic images of esophagus, contrast between superficial mucosal vessels and background mucosa was increased in (B, D, F) RGB channel substitution images.

다른 내시경으로 그 적용 범위를 넓혀가고 있다. 식도 병변 중 식도염은 NBI와 기존의 백색광 내시경을 같이 사용하면 더 수월하게 진단할 수 있게 되었다. 백색광 내시경과 NBI를 같이 사용한 경우에 백색광 내시경만 사용한 경우보다 관찰시간 재현성이 높음이 보고되었으며,<sup>6)</sup> NBI는 편평-원주상피 접합부의 시인성을 향상시키고, Barrett 상피부를 효과적으로 구별해 낼 수 있게 해준다고 알려져 있다. 특히 확대시야를 이용한 NBI는 고등급 이형성이나 초기 암성 병변과 함께 Barrett 상피부의 발견에 94%와 100%의 민감도와 76%에서 99%의 특이도를 보인다.<sup>7)</sup>

그러나, 이러한 NBI의 많은 장점에도 불구하고, 장비 구입에 드는 높은 비용과 내시경 이외의 다른 유형의 의료 영상 장비에 쉽게 적용되지 못한다는 점은 이 장비가 널리 이용되기 힘

들게 하고 있다. RGB 채널치환영상 알고리즘(RGB channel substitution algorithm)은 반면에 NBI의 이러한 단점들을 극복할 수 있으리라 여겨진다. 매우 낮은 비용으로 구현이 가능하며, 다른 영상장비에서 나오는 이미지에 대해서도 연결된 컴퓨터에 프로그램을 실행시키는 것만으로도 쉽게 적용이 가능할 것으로 보인다(Fig. 4). 일례로, 소프트웨어 형태로써 컴퓨터 상에 표현되는 모든 이미지에 적용 가능하여 내시경 영상 뿐 아니라 다른 종류의 의료영상기기 이미지들, 디지털 카메라 및 현미경 영상에도 적용이 가능하다.

결과적으로, RGB 채널 치환에 의해, 백색광 내시경 영상은 NBI와 유사한 새로운 영상으로 성공적으로 변환될 수 있었으며 본 방법은 저렴한 비용으로 소화호흡기계의 병변 감별에도움이 될 것으로 생각된다. 본 연구는 예비연구로서 추후 다양



**Fig. 4.** The schematic presentation of cost-effectiveness of software in which the RGB channel substitution algorithm is implemented.

한 임상예에 적용하여 임상적 효용성을 증명할 필요가 있을 것으로 사료된다.

### 결론

RGB 채널치환 알고리즘(RGB channel substitution algorithm)을 이용하여 기존의 백색광 내시경 영상을 좀 더 혈관 대조도가 높은 영상으로 변환할 수 있으며 RGB 채널치환영상 알고리즘은 기존의 백색광(white light) 내시경 영상에 추가

적인 정보를 제공해 줄 수 있을 것이다.

### REFERENCES

- 1) Muto M, Horimatsu T, Ezoe Y, Hori K, Yukawa Y, Morita S, et al. Narrow-band imaging of the gastrointestinal tract. *J Gastroenterol* 2009; 44:13-25.
- 2) Yao K, Takaki Y, Matsui T, Iwashita A, Anagnostopoulos GK, Kaye P, et al. Clinical application of magnification endoscopy and narrow-band imaging in the upper gastrointestinal tract: new imaging techniques for detecting and characterizing gastrointestinal neoplasia. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 2008;18:415-33.
- 3) Muto M, Horimatsu T, Ezoe Y, Morita S, Miyamoto S. Improving visualization techniques by narrow band imaging and magnification endoscopy. *J Gastroenterol Hepatol* 2009;24:1333-46.
- 4) Song LM, Adler DG, Conway JD, Diehl DL, Farraye FA, Kantsevov SV, et al. Narrow band imaging and multiband imaging. *Gastrointest Endosc* 2008;67:581-9.
- 5) Chen S, Liu Q. Modified Wiener estimation of diffuse reflectance spectra from RGB values by the synthesis of new colors for tissue measurements. *J Biomed Opt* 2012;17:030501.
- 6) Emura F, Saito Y, Ikematsu H. Narrow-band imaging optical chromocolonoscopy: advantages and limitations. *World J Gastroenterol* 2008; 14:4867-72.
- 7) Kisu I, Banno K, Kobayashi Y, Ono A, Masuda K, Ueki A, et al. Narrow band imaging hysteroscopy: A comparative study using randomized video images. *Int J Oncol* 2011;39:1057-62.