

·论著·

亮蓝光成像与联动成像在早期食管癌内镜诊断中的应用价值

林吟¹ 邹东东² 吴以龙¹ 林敏¹ 杨沱¹¹福建中医药大学附属福鼎医院消化内科,福鼎市 355200;²福建中医药大学附属福鼎医院肛肠科,福鼎市 355200

通信作者:吴以龙,Email:654144638@qq.com

【摘要】 目的 评价亮蓝光成像(blue light imaging-bright, BLI-bright)和联动成像(linked color imaging, LCI)用于早期食管癌内镜诊断中的临床价值。**方法** 采用回顾性队列研究,以2018年5月—2020年8月在福建中医药大学附属福鼎医院行内镜黏膜下剥离术(endoscopic submucosal dissection, ESD)治疗,术前使用了蓝激光胃镜3种模式[BLI-bright、LCI和白光成像(white light imaging, WLI)]进行详细检查,且ESD术后病理证实为早期食管癌的63例连续病例作为观察对象。主观可视性分析由6名内镜医师完成,按年资分成高年资组和低年资组,每组各3名,主要观察指标为可视性评分(ranking score, RS)。客观色差分析主要比较3种模式下早期食管癌癌灶与周边黏膜的总色差(ΔE),色差采用国际照明委员会的1976 L*a*b*系统。**结果** 6名研究者的RS总体评分WLI模式下为(2.57±0.81)分,明显低于LCI模式下的(3.25±0.67)分($t=9.71, P<0.001$)和BLI-bright模式下的(3.18±0.67)分($t=9.31, P<0.001$)。亚组分析发现:高年资组的RS评分WLI模式下为(2.71±0.80)分,明显低于LCI模式下的(3.33±0.66)分($t=7.16, P<0.001$)和BLI-bright模式下的(3.42±0.62)分($t=8.09, P<0.001$);低年资组的RS评分WLI模式下为(2.40±0.90)分,亦明显低于LCI模式下的(3.15±0.83)分($t=9.62, P<0.001$)和BLI-bright模式下的(2.89±0.92)分($t=5.69, P<0.001$),且LCI模式下评分还明显高于BLI-bright模式($t=4.07, P<0.001$)。WLI模式下早期食管癌癌灶与周边黏膜的 ΔE 为11.52±3.40,明显低于LCI模式下的16.64±4.70($t=7.10, P<0.001$)和BLI-bright模式下的15.72±3.84($t=7.88, P<0.001$)。**结论** 与WLI模式相比,应用BLI-bright模式和LCI模式都能增加早期食管癌癌灶与周边黏膜的色差,提高早期食管癌可视性。其中,LCI模式更有利于低年资内镜医师检出早期食管癌。

【关键词】 食管肿瘤; 早期食管癌; 联动成像; 亮蓝光成像; 白光成像; 可视性; 色差

Diagnostic value of blue light imaging-bright and linked color imaging for early esophageal cancer

Lin Yin¹, Zou Dongdong², Wu Yilong¹, Lin Min¹, Yang Tuo¹¹Department of Gastroenterology, Fuding Hospital Affiliated to Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuding 355200, China; ²Department of Anus-intestines, Fuding Hospital Affiliated to Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuding 355200, China

Corresponding author: Wu Yilong, Email: 654144638@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the diagnostic value of blue light imaging-bright (BLI-bright) and linked color imaging (LCI) for early esophageal cancer (EEC). **Methods** Data of 63 consecutive patients with EEC who underwent gastroscopy under BLI-bright, LCI and white-light imaging (WLI) and endoscopic submucosal dissection (ESD) from May 2018 to August 2020 at Fuding Hospital Affiliated to Fujian University of Traditional Chinese Medicine were analyzed retrospectively in the cohort study. Subjective visibility analysis was performed by 6 endoscopists who were divided into 2 groups (expert group and trainee group) with

DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20200905-00747

收稿日期 2020-09-05 本文编辑 顾文景

引用本文:林吟,邹东东,吴以龙,等.亮蓝光成像与联动成像在早期食管癌内镜诊断中的应用价值[J].中华消化内镜杂志,2022,39(1):65-70. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20200905-00747.



3 endoscopists in each group. The main observation index was the visibility score (ranking score, RS). The objective color difference (ΔE) between lesions of EEC and surrounding mucosa under 3 modes were analyzed by using the $L^*a^*b^*$ color space. **Results** The overall RS of 6 endoscopists under WLI mode (2.57 ± 0.81) was significantly lower than that under LCI (3.25 ± 0.67) ($t=9.71$, $P<0.001$) and BLI-bright (3.18 ± 0.67) ($t=9.31$, $P<0.001$). In the expert group, the RS of WLI (2.71 ± 0.80) was significantly lower than that of LCI (3.33 ± 0.66) ($t=7.16$, $P<0.001$) and BLI-bright (3.42 ± 0.62) ($t=8.09$, $P<0.001$). In the trainee group, the RS of WLI (2.40 ± 0.90) was also significantly lower than that of LCI (3.15 ± 0.83) ($t=9.62$, $P<0.001$) and BLI-bright (2.89 ± 0.92) ($t=5.69$, $P<0.001$), and the RS of LCI was higher than that of BLI-bright ($t=4.07$, $P<0.001$). The ΔE between lesions of EEC and surrounding mucosa under WLI (11.52 ± 3.40) was significantly lower than that under LCI (16.64 ± 4.70) ($t=7.10$, $P<0.001$) and BLI-bright (15.72 ± 3.84) ($t=7.88$, $P<0.001$). **Conclusion** BLI-bright and LCI can effectively improve EEC visibility and color difference between EEC and surrounding mucosa. Furthermore, LCI is more conducive to the detection of EEC for the trainees.

【Key words】 Esophageal neoplasms; Early esophageal cancer; Linked color imaging; Blue light imaging-bright; White light imaging; Visibility; Color difference

食管癌是临床常见的恶性肿瘤之一,有研究显示 90% 以上的食管癌患者确诊时已进展至中晚期,总体五年生存率在 10%~20%^[1]。而早期食管癌(early esophageal cancer,EEC)定义为病灶局限于黏膜层和黏膜下浅层,不伴有淋巴结转移的食管癌^[2],在内镜下即可获得根治性治疗,五年生存率可达 95% 以上^[3]。因此,改善食管癌患者预后的关键在于早发现、早诊断、早治疗^[4-6]。然而,传统白光成像(white light imaging,WLI)模式下胃镜检查 EEC 漏诊率高。

最近几年来,随着图像增强内镜的不断演变,内镜图像亮度和质量得到了显著改善,获得了更好的 EEC 可见度,能够更好地帮助内镜医师检出 EEC。日本富士公司发明的新的蓝激光内镜系统使用 2 个激光器代替了传统的氙气灯,通过改变 2 个激光器的强度可以形成 3 种观察模式:蓝光成像(blue light imaging,BLI)模式、亮蓝光成像(blue light imaging-bright,BLI-bright)模式和 WLI 模式^[7]。而联动成像(linked color imaging,LCI)是蓝激光内镜系统最新开发的具有色彩增强功能的模式,它可对色彩进行再度配置,加入红色强调信号后可使红色更红、白色更白^[8]。目前,探讨 BLI-bright 模式和 LCI 模式在 EEC 诊断中应用价值的研究相对较少。为此,我们开展了本研究,通过主观上比较 3 种模式(BLI-bright、LCI 和 WLI)下 EEC 的可视性和客观上比较 3 种模式下 EEC 癌灶与周边黏膜的色差这两个方面,探讨 BLI-bright 模式和 LCI 模式在 EEC 诊断中的应用价值。

资料与方法

一、研究对象

本研究为回顾性队列研究,以 2018 年 5 月—

2020 年 8 月在我院接受内镜黏膜下剥离术(endoscopic submucosal dissection,ESD)治疗,术前使用了蓝激光胃镜(LASEREO EG-L590ZW,日本富士公司)3 种模式(BLI-bright、LCI 和 WLI)进行详细检查,且 ESD 术后病理证实为 EEC 的连续病例作为研究对象。排除标准:(1)内镜图像模糊以及图像中残留血液或黏液影响观察者;(2)ESD 术后病理提示标本切缘阳性、浸润深度超过 SM1 或有脉管浸润需追加手术及放化疗者。本研究获得我院医学伦理委员会批准通过(编号:[2021]139 号),最终纳入 63 例病例进行了数据分析。

二、研究方法

1. 主观比较(可视性分析):在 ESD 术前由 2 名高年资内镜医师(进行本研究病例采集和图像收集,不参与后续的可视性分析及数据整理)应用蓝激光胃镜(LASEREO EG-L590ZW)对所有 EEC 病变进行规范化精查,储存每处 EEC 病变 3 种模式(BLI-bright、LCI 和 WLI)下的图像 6~9 幅,最后选择 3 种模式下拍摄位置相同并且能够清晰显示病变及周边黏膜的图像各 1 副(图 1),总计 189 幅,并连续呈现给 6 名参与可视性分析的内镜医师独自进行分析。图像采用电子呈现方式、无缩放。6 名内镜医师包括 3 名高年资医师(高年资组,内镜操作年限在 5 年以上,独立完成内镜下诊疗在 3 000 例以上)和 3 名低年资医师(低年资组,内镜操作年限在 1 年以内,独立完成的胃镜检查不足 500 例)。2 组参与可视性分析的内镜医师均不参与本研究病例采集、图像收集和数据分析。

采用文献报道的可视性量表^[9-10]作为评分标准进行可视性评分(ranking score,RS)。具体评分标

准如下:优秀(易于检测),得4分;良好(仔细观察可检测),得3分;一般(未经仔细观察很难检测),得2分;差(未经反复仔细观察不可检测),得1分(图2~4)。RS值越高,提示可视性越好。

2. 客观比较(色差分析):由1名高年资内镜医师(负责数据处理,不参与病例采集、图像收集及可视性分析)应用 Adobe Photoshop CS4 (Adobe Systems Inc., 美国)对图像进行颜色分析,定位 EEC 与周边黏膜的感兴趣区域(region of interest, ROI)。具体步骤如下:(1)在图像上绘制 EEC 和周边黏膜颜色之间的边界线;(2)画一条与边界线平行的内线,这条线到 EEC 中点的宽度为边界线到中点宽度的 1/2;(3)画一条与边界线平行的外线,边界线和内线之间的宽度与边界线和外线之间的宽度相同;

(4)在病变中心画一个矩形,宽度为病变宽度的 1/4~1/3,EEC 及周边黏膜的 ROI 由这些线包围而成,详见图5。

比较3种模式下 EEC 与周边黏膜的总色差(ΔE),它近似于人眼检测到的视觉差异^[11]。 ΔE 计算采用 1976 年国际照明委员会 (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE) 推荐的颜色空间及其有关计算公式,即 CIE 1976 L*a*b* 系统,具体公式如下: $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$, ΔE 表示 EEC 与周边黏膜的总色差, ΔL^* 表示 EEC 与周边黏膜的 L* 轴亮度差, Δa^* 表示 EEC 与周边黏膜的 a* 轴(红色到绿色)色度差, Δb^* 表示 EEC 与周边黏膜的 b* 轴(黄色到蓝色)色度差。 ΔE 值越高,提示视觉差异越明显。

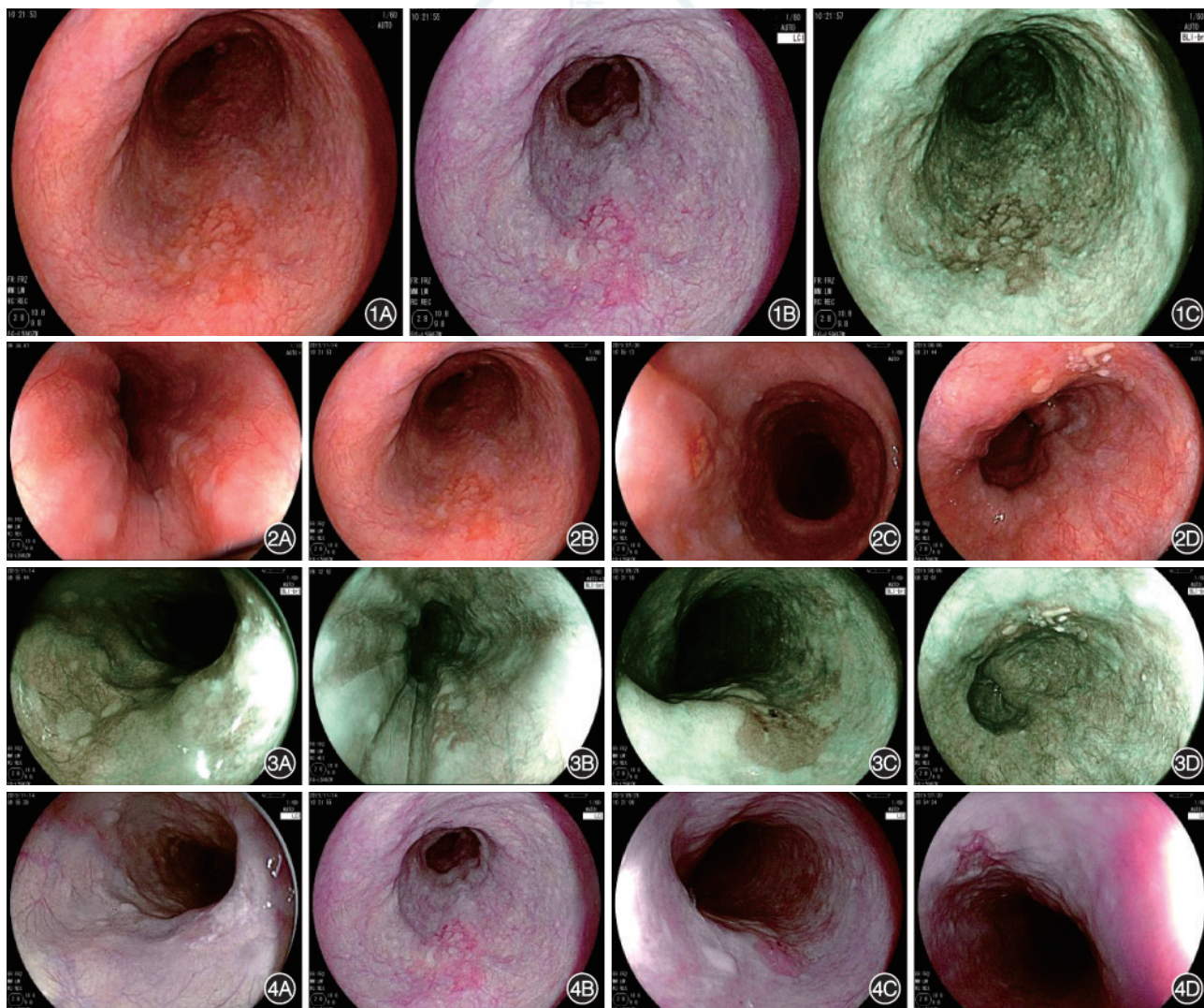


图1 同一0-IIb型早期食管癌病变与周边黏膜在蓝激光内镜系统3种模式下的对比观察 1A:白光成像(WLI)模式;1B:联动成像(LCI)模式;1C:亮蓝光成像(BLI-bright)模式 图2 白光成像(WLI)模式下可视性评分1~4分的图例 2A:1分图像;2B:2分图像;2C:3分图像;2D:4分图像 图3 亮蓝光成像(BLI-bright)模式下可视性评分1~4分的图例 3A:1分图像;3B:2分图像;3C:3分图像;3D:4分图像 图4 联动成像(LCI)模式下可视性评分1~4分的图例 4A:1分图像;4B:2分图像;4C:3分图像;4D:4分图像

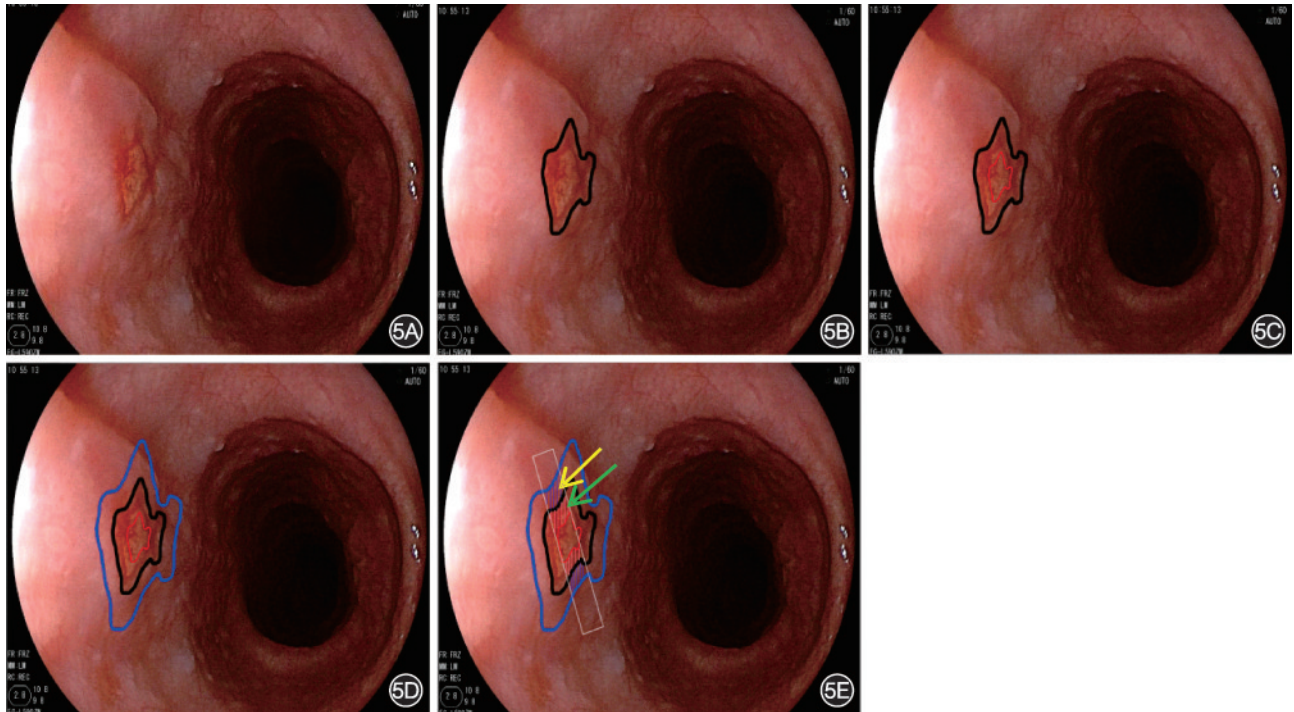


图5 定位早期食管癌(EEC)与周边黏膜的感兴趣区域 5A:在白光成像(WLI)模式下显示食管中段0-II c型EEC病灶;5B:在图像上绘制EEC和周边黏膜颜色之间的边界线(黑色线);5C:画一条与边界线平行的内线(红色线),这条线到EEC中点的宽度为边界线到中点宽度的1/2;5D:画一条与边界线平行的外线(蓝色线),边界线到内线之间的宽度与边界线到外线之间的宽度相同;5E:在病变中心画一个矩形,宽度为病变宽度的1/4~1/3,内线、边界线和矩形边围成的区域为EEC的感兴趣区域(绿色箭头所指),外线、边界线和矩形边围成的区域为周边黏膜的感兴趣区域(黄色箭头所指)

三、统计学分析

使用SPSS 16.0统计学软件进行数据分析。本研究中计量资料满足正态分布,使用 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间比较行方差分析,2组间比较行 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、入组情况

本研究最终纳入63例病例,男40例、女23例,年龄51~83(均数69)岁。共计纳入63处病变,长径5~35(均数17)mm。病变形态(根据2005巴黎分型):轻微隆起型(0-II a型)8处,平坦型(0-II b型)50处,轻微凹陷型(0-II c型)5处。病理类型:高级别上皮内瘤变50处,鳞状细胞癌13处。浸润深度:黏膜层(M层)58处,黏膜下浅层(SM1)5处。

二、主观可视性分析结果

1. 总体分析结果:WLI、BLI-bright和LCI模式下6名研究者的RS总体评分分别为(2.57±0.81)分、(3.18±0.67)分和(3.25±0.67)分,3组间差异有统计学意义($F=17.19, P<0.001$);组间两两比较发现,WLI模式下RS总体评分明显低于BLI-bright模

式($t=9.31, P<0.001$)和LCI模式($t=9.71, P<0.001$),而BLI-bright模式与LCI模式间差异无统计学意义($t=1.66, P=0.103$)。

2. 医师年资分组后的亚组分析结果:(1)高年资组WLI模式的RS评分明显低于LCI模式($t=7.16, P<0.001$)和BLI-bright模式($t=8.09, P<0.001$),而LCI模式与BLI-bright模式间差异无统计学意义($t=1.27, P=0.209$)。(2)低年资组WLI模式的RS评分明显低于LCI模式($t=9.62, P<0.001$)和BLI-bright模式($t=5.69, P<0.001$),且LCI模式的RS评分明显高于BLI-bright模式($t=4.07, P<0.001$)。见表1。

表1 医师年资对3种内镜模式下可视性评分影响的分析结果(分, $\bar{x} \pm s$)

医师年资 分组	LCI模式 (n=63)	BLI-bright 模式(n=63)	WLI模式 (n=63)	F值	P值
高年资组	3.33±0.66 ^a	3.42±0.62 ^a	2.71±0.80	18.94	<0.001
低年资组	3.15±0.83 ^{ab}	2.89±0.92 ^a	2.40±0.90	11.53	<0.001

注:低年资组由3名低年资内镜医师组成,内镜操作年限在1年以内,独立完成的胃镜检查不足500例;高年资组由3名高年资内镜医师组成,内镜操作年限在5年以上,独立完成内镜下诊疗在3 000例以上;LCI:联动成像;BLI-bright:亮蓝光成像;WLI:白光成像;组内与WLI模式比较,^a $P<0.001$;组内与BLI-bright模式比较,^b $P<0.001$

三、客观色差分析结果

(1) WLI 模式下 EEC 与周边黏膜的 ΔE 明显低于 LCI 模式 ($t=7.10, P<0.001$) 和 BLI-bright 模式 ($t=7.88, P<0.001$), 其中, ΔL^* 明显低于 LCI 模式 ($t=3.77, P<0.001$) 和 BLI-bright 模式 ($t=3.11, P=0.003$), Δa^* 亦明显低于 LCI 模式 ($t=13.19, P<0.001$) 和 BLI-bright 模式 ($t=16.35, P<0.001$), 但 Δb^* 明显高于 LCI 模式 ($t=7.25, P<0.001$) 和 BLI-bright 模式 ($t=7.76, P<0.001$)。 (2) LCI 模式与 BLI-bright 模式比较, ΔE ($t=1.36, P=0.177$)、 ΔL^* ($t=0.68, P=0.500$)、 Δa^* ($t=1.33, P=0.187$) 和 Δb^* ($t=0.83, P=0.412$) 各指标 2 组间差异均无统计学意义。见表 2。

表 2 3 种内镜模式下早期食管癌 (EEC) 与周边黏膜的色差分析结果 ($\bar{x} \pm s$)

内镜模式	图像数 (幅)	ΔE	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
LCI 模式	63	16.64 $\pm$ 4.70 ^a	7.63 $\pm$ 4.58 ^a	13.55 $\pm$ 4.23 ^a	3.60 $\pm$ 2.34 ^a
BLI-bright 模式	63	15.72 $\pm$ 3.84 ^a	7.14 $\pm$ 4.28 ^a	12.82 $\pm$ 3.25 ^a	3.89 $\pm$ 1.59 ^a
WLI 模式	63	11.52 $\pm$ 3.40	5.11 $\pm$ 3.63	5.56 $\pm$ 2.57	7.62 $\pm$ 3.74
F 值		30.91	7.44	121.71	49.84
P 值		<0.001	0.001	<0.001	<0.001

注: LCI 代表联动成像; BLI-bright 代表亮蓝光成像; WLI 代表白光成像; 色差采用 1976 年国际照明委员会 (CIE) 推荐的 $L^*a^*b^*$ 系统, ΔE 表示 EEC 与周边黏膜的总色差, ΔL^* 表示 EEC 与周边黏膜的 L^* 轴亮度差, Δa^* 表示 EEC 与周边黏膜的 a^* 轴 (红色到绿色) 色度差, Δb^* 表示 EEC 与周边黏膜的 b^* 轴 (黄色到蓝色) 色度差; 与 WLI 模式比较, ^a $P<0.05$

讨 论

蓝激光内镜系统的每种成像模式都是通过改变 2 个激光器的电子功率和特定的数字图像处理而产生的, 不同模式可通过按下按钮轻松更改。BLI 由波长为 410 nm 的强窄带激光、波长 450 nm 的弱白光激光和荧光组合而成; BLI-bright 略微降低了窄带激光强度, 增加了白光激光强度, 在获取黏膜表面微血管及微结构信息的同时增加了图像的明亮度, 适用于中远景对于病变的识别及病变范围的判断^[6,12]; LCI 是蓝激光内镜系统最新开发的具有色彩增强功能的模式, 它可对色彩进行再度配置, 加入红色强调信号后可使红色更红、白色更白^[8]。总体来说, BLI-bright 模式比 BLI 模式更亮, 而 LCI 模式能更加生动地显示红色和白色^[13]。本研究中, 我们采用主观可视性分析和客观色差分析两种手段, 对 BLI-bright 模式和 LCI 模式在 EEC 诊

断中的应用价值进行了评价。

主观可视性分析结果显示, 无论是高年资组还是低年资组, 与 WLI 模式相比, 应用 BLI-bright 模式和 LCI 模式都能明显提高 EEC 可视性。另外, 高年资组 RS 评分在 BLI-bright 模式与 LCI 模式之间差异无统计学意义, 而低年资组在 LCI 模式下 RS 评分明显高于 BLI-bright 模式, 这可能是由于 BLI-bright 模式显示为与传统 WLI 模式完全不同的棕色调图像, 需要一定的内镜诊疗经验才能识别, 而 LCI 模式显示为传统 WLI 模式的彩色增强图像, 因而更有利于低年资内镜医师识别观察。

客观色差分析结果显示, 与 WLI 模式相比, 应用 BLI-bright 模式能明显提高 EEC 与周边黏膜的总色差。Minami 等^[14]的研究中, BLI-bright 模式下显示背景黏膜呈阳性改变的病变, 其食管癌的诊断率高。Osawa^[15]也报道了 BLI 模式能在 EEC 与周边黏膜颜色的比较上产生更高的色差, 而 BLI-bright 模式下比 BLI 模式下更亮, 可以显示更远处的黏膜, 更有利于 EEC 的检测。在 BLI-bright 模式下, EEC 显示为背景黏膜呈褐色的边界明显区域。研究显示, EEC 上皮细胞中血红蛋白的存在是影响 EEC 背景黏膜颜色的重要因素^[16], 由于 BLI-bright 包含了强窄带激光, 其可被血红蛋白强烈吸收, 并生成红色增强图像^[9], 因而可在 a^* 轴 (红色到绿色) 产生显著色差, 这使得 BLI-bright 模式下的总色差明显大于 WLI 模式。

同时, 客观色差分析结果还显示, 与 WLI 模式相比, 应用 LCI 模式也能明显提高 EEC 与周边黏膜的总色差。Kobayashi 等^[17]也报道了应用 LCI 模式可增加 EEC 与周边黏膜的色差, 与我们的报道相符。在 LCI 模式下, EEC 显示为背景黏膜呈粉红色或三文鱼色的边界明显区域。有研究显示 EEC 微血管密度从基底细胞增生到不典型增生再到癌细胞是逐渐增加的^[18], 因此 EEC 通常比正常黏膜偏红。LCI 模式对色彩进行了再度配置, 加入红色强调信号后使得黏膜颜色对比度增强, 即红色更红、白色更白, 因而可在 a^* 轴 (红色到绿色) 产生显著色差, 这使得 LCI 模式下的总色差明显大于 WLI 模式。

本研究的局限性主要体现在以下几个方面: 第一, 这是一个单中心的回顾性研究, 样本量较小; 第二, 本研究的重点之一在于早期发现 EEC, 因此本研究中 EEC 与周边黏膜的分界线为颜色分界线, 未进一步分析 EEC 与周边黏膜的病理分界线与颜色

分界线是否完全一致;第三,食管炎性病变也会出现颜色改变,需进一步通过放大内镜^[19]及碘染色^[20]等鉴别食管炎性病变和 EEC,而食管炎性病变不在本次研究范围内,本研究仅对病理证实为 EEC 的病变更进行分析。因此,今后尚需更多大样本量的多中心随机对照研究来进一步证实。

综上,我们认为,与 WLI 模式相比,应用 BLI-bright 模式和 LCI 模式都能增加 EEC 与周边黏膜的色差,提高 EEC 可视性。其中,LCI 模式更有利于低年资内镜医师检出 EEC。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 林吟:研究设计、实施和论文撰写;邹东东:研究设计、数据整理和分析;吴以龙:研究设计、论文审核;林敏、杨沱:病例采集、术前精查和图像收集

参 考 文 献

- [1] 柳硕岩,王枫,郑庆丰,等.腔镜食管癌根治术在食管癌治疗中的临床应用[J].中华胃肠外科杂志,2012,15(9):947-949. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2012.09.020.
- [2] 中华医学会消化内镜学分会,中国抗癌协会肿瘤内镜专业委员会.中国早期食管癌筛查及内镜诊治专家共识意见(2014年,北京)[J].中华消化内镜杂志,2015,32(4):205-224. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2015.04.001.
- [3] Ciocirlan M, Lapalus MG, Hervieu V, et al. Endoscopic mucosal resection for squamous premalignant and early malignant lesions of the esophagus[J]. Endoscopy, 2007,39(1): 24-29. DOI: 10.1055/s-2006-945182.
- [4] 毛友生,赫捷,程贵余.我国食管癌外科治疗的现状与未来对策[J].中华肿瘤杂志,2010,32(6):401-404. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2010.06.001.
- [5] 任重,钟芸诗,周平红,等.内镜下黏膜多环套扎切除术治疗食管癌前病变和食管早癌的近期疗效和安全性分析[J].中华胃肠外科杂志,2013,16(5):425-428. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2013.05.006.
- [6] Osawa H, Yamamoto H, Miura Y, et al. Blue laser imaging provides excellent endoscopic images of upper gastrointestinal lesions[J]. Video Journal and Encyclopedia of GI Endoscopy, 2014, 1(3-4): 607-610. DOI: 10.1016/j.vjgien.2014.01.001.
- [7] Yoshifuku Y, Sanomura Y, Oka S, et al. Evaluation of the visibility of early gastric cancer using linked color imaging and blue laser imaging[J]. BMC Gastroenterol, 2017, 17(1): 150. DOI: 10.1186/s12876-017-0707-5.
- [8] 谢聪颖,刘岩.联动成像内镜的原理及临床应用现状[J].中华消化内镜杂志,2017,34(8):600-602. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2017.08.018.
- [9] Yoshida N, Hisabe T, Hirose R, et al. Improvement in the visibility of colorectal polyps by using blue laser imaging (with video) [J]. Gastrointest Endosc, 2015, 82(3): 542-549. DOI: 10.1016/j.gie.2015.01.030.
- [10] Suzuki T, Hara T, Kitagawa Y, et al. Linked-color imaging improves endoscopic visibility of colorectal nongranular flat lesions[J]. Gastrointest Endosc, 2017, 86(4): 692-697. DOI: 10.1016/j.gie.2017.01.044.
- [11] Kanzaki H, Takenaka R, Kawahara Y, et al. Linked color imaging (LCI), a novel image-enhanced endoscopy technology, emphasizes the color of early gastric cancer[J]. Endosc Int Open, 2017,5(10):E1005-1013. DOI: 10.1055/s-0043-117881.
- [12] Dohi O, Yagi N, Yoshida S, et al. Magnifying blue laser imaging versus magnifying narrow-band imaging for the diagnosis of early gastric cancer: a prospective, multicenter, comparative Study[J]. Digestion, 2017, 96(3): 127-134. DOI: 10.1159/000479553.
- [13] 丁慧慧,于红刚,季梦遥.联动模式成像内镜对检出结肠息肉的诊断价值[J].胃肠病学和肝病学杂志,2018,27(4): 428-431. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5709.2018.04.017.
- [14] Minami H, Inoue H, Ikeda H, et al. Usefulness of background coloration in detection of esophago-pharyngeal lesions using NBI magnification[J]. Gastroenterol Res Pract, 2012, 2012: 529782. DOI: 10.1155/2012/529782.
- [15] Osawa H, Yamamoto H. Present and future status of flexible spectral imaging color enhancement and blue laser imaging technology[J]. Dig Endosc, 2014, 26 (Suppl 1):105-115. DOI: 10.1111/den.12205.
- [16] Minami H, Isomoto H, Nakayama T, et al. Background coloration of squamous epithelium in esophago-pharyngeal squamous cell carcinoma: what causes the color change? [J]. PLoS One, 2014, 9(1): e85553. DOI: 10.1371/journal.pone.0085553.
- [17] Kobayashi K, Miyahara R, Funasaka K, et al. Color information from linked color imaging is associated with invasion depth and vascular diameter in superficial esophageal squamous cell carcinoma[J]. Dig Endosc, 2020, 32(1):65-73. DOI: 10.1111/den.13469.
- [18] Fujii S, Yamazaki M, Muto M, et al. Microvascular irregularities are associated with composition of squamous epithelial lesions and correlate with subepithelial invasion of superficial-type pharyngeal squamous cell carcinoma[J]. Histopathology, 2010, 56(4): 510-522. DOI: 10.1111/j. 1365-2559.2010.03512.x.
- [19] Oyama T, Ishihara R, Takeuchi M, et al. Tu1588 Usefulness of Japan Esophageal Society Classification of magnified endoscopy for the diagnosis of superficial esophageal squamous cell carcinoma[J]. Gastrointest Endosc, 2012, 75(4): AB456. DOI: 10.1016/j.gie.2012.03.1234.
- [20] 陈雅华,郑家垚,陈洋洋,等.内镜下碘染粉色征在早期食管癌诊断中的应用价值[J].中华消化内镜杂志,2018,35(12): 901-904. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2018.12.008.