

• 短篇论著 •

无效食管动力患者的临床症状和食管动力特征分析*

罗燕菊^{1,2#} 黄茸^{1,2} 安瑛² 陈冬梅^{1,2} 段鹏^{1,2} 李岩^{2&}
昆明理工大学医学部¹(650500) 云南省第一人民医院消化内科²(650032)

背景:无效食管动力(IEM)的发病机制未明,其与临床症状之间的相关性仍未确定。既往研究多聚焦于IEM与病理性酸反流之间的关联,而对不伴病理性酸反流的IEM患者关注较少。**目的:**在排除病理性酸反流的基础上,分析IEM患者的临床症状和食管动力学特点。**方法:**选取2013年7月—2023年6月在云南省第一人民医院消化内科经胃镜检查排除食管黏膜和结构异常并接受高分辨率食管测压的受检者,经24 h食管pH监测排除病理性酸反流,纳入符合芝加哥分类4.0版IEM诊断标准的患者,以及年龄匹配、符合正常食管动力标准的对照者,每组各46例。对两组临床症状和食管动力学参数进行回顾性分析,并采用二元单因素和多因素Logistic回归分析筛选IEM的相关因素。**结果:**IEM组男性占比73.9%,中位年龄45.5岁。主要临床症状包括吞咽困难(37.0%)、反酸/烧心(32.6%)以及胸痛、咽部异物感等,吞咽困难症状发生率显著高于对照组的2.2%($P<0.05$)。两组上食管括约肌静息压和残余压差异无统计学意义(P 均 >0.05),IEM组食管远端收缩积分(DCI)、下食管括约肌静息压(LESP)和综合松弛压(IRP)均显著低于对照组(P 均 <0.05)。二元多因素Logistic回归分析显示,吞咽困难、DCI和LESP与IEM显著相关(P 均 <0.05)。**结论:**IEM患者最常见的临床症状为吞咽困难,且存在食管体部动力不足,食管廓清能力下降;LESP降低可能与弱酸和非酸反流相关。

关键词 高分辨率食管测压; 无效食管动力; 食管蠕动障碍

Clinical Symptoms and Esophageal Motility Characteristics of Patients With Ineffective Esophageal Motility
LUO Yanju^{1,2}, HUANG Rong^{1,2}, AN Ying², CHEN Dongmei^{1,2}, DUAN Peng^{1,2}, LI Yan². ¹Medical School, Kunming University of Science and Technology, Kunming (650500); ²Department of Gastroenterology, the First People's Hospital of Yunnan Province, Kunming (650032)

Correspondence to: LI Yan, Email: 378243324@qq.com

Background: The pathogenic mechanism of ineffective esophageal motility (IEM) is not yet well understood, and its correlation with clinical symptoms remains unclear. Previous studies primarily focused on the association between IEM and pathological acid reflux, while less attention has been paid to IEM patients without pathological acid reflux. **Aims:** To analyze the clinical symptoms and esophageal motility characteristics of patients with IEM based on the premise of excluding pathological acid reflux. **Methods:** Subjects who underwent high-resolution esophageal manometry at the Department of Gastroenterology, the First People's Hospital of Yunnan Province from July 2013 to June 2023 were preliminarily included. After ruling out esophageal mucosal and structural abnormalities and pathological acid reflux based on gastroscopy and 24 h esophageal pH monitoring, respectively, those who met the diagnostic criteria of IEM in Chicago Classification version 4.0 were selected as the IEM group, and the age-matched subjects with normal esophageal motility were selected as the control group (46 cases in each group). The clinical symptoms and esophageal motility parameters were analyzed retrospectively. Binary univariate and multivariate Logistic regression analyses were performed to identify relevant factors for IEM. **Results:** There were 34 males in the IEM group, accounting for 73.9% of the patients, and the median age was 45.5 years. The main clinical symptoms included dysphagia (37.0%), reflux/heartburn (32.6%), chest pain, throat discomfort, etc. Dysphagia was more common in the IEM patients than in the control group (37.0% vs. 2.2%, $P<0.05$). There were no significant differences in upper esophageal sphincter pressure and residual pressure between the two groups (all $P>0.05$). The distal contractile integral (DCI), lower esophageal sphincter pressure (LESP), and integrated relaxation pressure (IRP) in the IEM group were significantly lower than those in the control group

(all $P<0.05$). Binary multivariate Logistic regression analysis revealed that IEM was associated with dysphagia, DCI, and LESP (all $P<0.05$). **Conclusions:** Dysphagia is the most common clinical symptom in patients with IEM. IEM patients present with impaired esophageal body motility and decreased clearance function, and their lower LESP might be correlated with the weak acid and non-acid reflux.

Key words High-Resolution Esophageal Manometry; Ineffective Esophageal Motility; Esophageal Peristalsis Dysfunction

无效食管动力 (ineffective esophageal motility, IEM) 是高分辨率食管测压 (high-resolution esophageal manometry) 下一类以食管平滑肌收缩幅度减低和蠕动功能减弱为特征的食管蠕动障碍性疾病。目前, IEM 的发病机制未明, 其与临床症状之间的相关性仍未确定^[1-2], 临床尚缺乏针对性治疗手段。现有研究多聚焦于 IEM 与病理性酸反流的相关性, 而对不伴病理性酸反流的 IEM 患者关注较少。本研究在排除病理性酸反流的基础上, 回顾性分析 IEM 患者的主要临床症状和食管动力学特点, 以为后续研究提供数据支持。

对象与方法

一、研究对象

研究对象来源于 2013 年 7 月—2023 年 6 月在云南省第一人民医院消化内科经胃镜检查排除食管黏膜和结构异常并同时行高分辨率食管测压的受检者。IEM 组纳入标准: ①胃镜检查排除食管黏膜和结构异常, 并符合芝加哥分类 4.0 版 IEM 诊断标准; ②年龄 ≥ 18 岁。对照组纳入标准: ①胃镜检查排除食管黏膜和结构异常, 符合芝加哥分类 4.0 版正常食管动力诊断标准; ②年龄 ≥ 18 岁; ③年龄与 IEM 组匹配。IEM 组和对照组排除标准: ① 24 h 食管 pH 动态监测显示存在病理性酸反流; ②食管胃结合部障碍 (如胃食管流出道梗阻、贲门失弛缓症等); ③存在除 IEM 外的其他食管动力障碍类型, 如高收缩食管、远端食管痉挛等; ④累及食管的结缔组织病 (如干燥综合征、硬皮病、系统性红斑狼疮、皮炎等); ⑤其他可影响食管动力的全身性疾病如糖尿病、血液系统恶性疾病等; ⑥合并恶性肿瘤; ⑦食管裂孔疝或接受过经口括约肌切开术者; ⑧数据缺失。本研究方案经云南省第一人民医院医学伦理委员会审核批准 (伦理编号: KHLL2025-KY274), 回顾性研究豁免患者知情同意。

二、研究方法

收集两组受检者的一般资料、临床症状和相关检查资料, 包括胃镜、高分辨率食管测压、24 h 食管 pH 监测报告等。高分辨率食管测压设备为美国美敦力公司的 ManoScan 高分辨率食管动力监测系统: 配备 36 个环形分布压力感应单元、数据采集与智能分析系统 (Manoview ESO 3.0 版)。24 h 食管 pH 监测设备为美国美敦力公司的高分辨率食管酸度监测系统, 配备柯惠医疗器械制造 (上海) 有限公司提供的一次性电

极型导管、专用数据分析平台、标准 pH 值为 7.0 和 4.0 的校准液体。

三、统计学分析

应用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。计量资料符合正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 描述, 两组间比较采用独立样本 t 检验, 而不符合正态分布者以 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述, 两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验; 计数资料以例数和 (或) 百分率描述, 两组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。相关性分析采用二元单因素和多因素 Logistic 回归分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、一般资料

IEM 组和对照组入组例数均为 46 例。IEM 组中男性 34 例 (73.9%), 女性 12 例 (26.1%), 年龄 19~68 岁, 中位年龄 45.5 岁, 平均年龄 (44.13 $\pm$ 11.04) 岁。对照组中男性 20 例 (43.5%), 女性 26 例 (56.5%), 年龄 18~62 岁, 中位年龄 46.5 岁, 平均年龄 (44.54 $\pm$ 9.71) 岁。

IEM 组以吞咽困难为主要临床症状者占 37.0%, 明显高于对照组的 2.2%, 差异有统计学意义 ($P<0.001$), 两组间以反酸/烧心、胸痛、咽部异物感以及非特异性症状 (咳嗽、呃逆、嗝气等) 为主要临床症状者的比例差异无统计学意义 (P 均 >0.05 ; 表 1)。

表 1 IEM 组与对照组主要临床症状比较 $n(\%)$

组别	例数	吞咽困难	反酸/烧心	胸痛	咽部 异物感	非特异性 症状
IEM 组	46	17 (37.0)	15 (32.6)	5 (10.9)	3 (6.5)	6 (13.0)
对照组	46	1 (2.2)	19 (41.3)	7 (15.2)	6 (13.0)	13 (28.3)
χ^2 值		17.682	0.746	0.383	0.493	3.250
P 值		<0.001	0.388	0.536	0.483	0.071

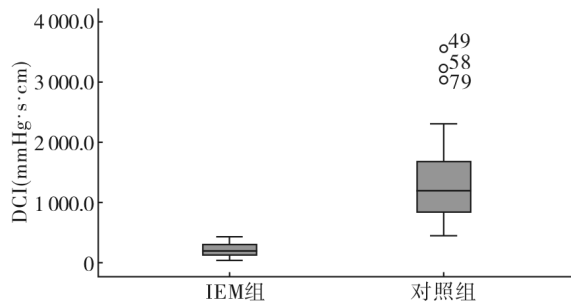
注: IEM 为无效食管动力

二、食管动力学表现

IEM 组上食管括约肌静息压 (upper esophageal sphincter pressure, UESP)、上食管括约肌残余压 (upper esophageal sphincter residual pressure, UESRP) 与对照组相比差异均无统计学意义 (P 均 >0.05 ; 表 2), 提示上食管括约肌 (upper esophageal sphincter, UES) 在 IEM 的发病机制中不占主要作用。

IEM组食管远端收缩积分(distal contractile integral, DCI)明显低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$;表2、图1),表明IEM患者的食管收缩力度和廓清能力较正常人差。

IEM组下食管括约肌静息压(lower esophageal sphincter pressure, LESP)、综合松弛压(integrated relaxation pressure, IRP)均明显低于对照组,差异均有统计学意义(P 均 <0.05 ;表2),提示IEM患者存在下食管括约肌(lower esophageal sphincter, LES)松弛,更易出现反流症状。



注:IEM为无效食管动力;DCI为远端收缩积分

图1 IEM组和对照组DCI箱形图

三、IEM与临床症状和食管动力学参数的相关性

将IEM患者的临床症状和食管动力学参数纳入二元单因素 Logistic 回归分析,结果显示吞咽困难($P=0.002$)、DCI($P<0.001$)、LESP($P<0.001$)、IRP($P=0.007$)可能与IEM有关(表3)。

表3 IEM相关因素的二元单因素 Logistic 回归分析

自变量	OR	95% CI	P值
吞咽困难	3.865	3.126~4.772	0.002
反酸/烧心	0.688	0.294~1.611	0.388
胸痛	0.679	0.199~2.321	0.538
咽部异物感	0.465	0.109~1.985	0.301
非特异性症状	0.381	0.130~1.112	0.077
UESP	0.995	0.980~1.010	0.523
UESRP	0.992	0.939~1.048	0.774
DCI	0.334	0.122~0.915	<0.001
LESP	0.859	0.799~0.924	<0.001
IRP	0.849	0.754~0.956	0.007

注:IEM为无效食管动力;UESP为上食管括约肌静息压;UESRP为上食管括约肌残余压;DCI为远端收缩积分;LESP为下食管括约肌静息压;IRP为综合松弛压

将有统计学意义的变量(吞咽困难、DCI、LESP、IRP)进一步纳入二元多因素 Logistic 回归分析,结果显示吞咽困难($P=0.003$)、DCI($P=0.01$)和LESP($P=0.003$)与IEM显著相关(表4)。

表4 IEM相关因素的二元多因素 Logistic 回归分析

自变量	OR	95% CI	P值
吞咽困难	3.966	3.413~4.518	0.003
DCI	0.389	0.172~0.879	0.010
LESP	0.874	0.799~0.956	0.003
IRP	0.935	0.786~1.112	0.446

注:IEM为无效食管动力;DCI为远端收缩积分;LESP为下食管括约肌静息压;IRP为综合松弛压

讨论

IEM是常见的食管动力异常疾病^[3],占食管动力障碍性疾病的20%~30%^[4-5]。IEM也存在于无症状健康人群中,相关前瞻性研究显示约17%的健康志愿者可检出IEM^[6]。IEM的临床表现多样,包括吞咽困难、反酸、烧心、胸痛、嗝气、呃逆、胃灼热、恶心、呕吐、咳嗽、咽痛等,也可无任何临床症状^[7]。IEM在临床上可单独出现,也可伴发其他疾病,如嗜酸性食管炎、反流性食管炎、系统性硬化症等^[8-10]。本研究采用回顾性研究设计,在排除病理性酸反流的基础上,分析IEM患者的主要临床症状和食管动力学特点,以为后续研究提供依据。结果显示,IEM患者最常见的临床症状为吞咽困难,DCI值明显降低,提示食管体部动力不足,食管廓清能力下降;LESP降低,导致IEM患者更易发生反流,可能与病理性酸反流或非酸反流相关。本组IEM患者男性占73.9%,中位年龄45.5岁。既往研究亦多报道男性发病率普遍高于女性,患者中位年龄多45岁以上,但多数分析认为上述人口学特征不具有明确临床意义^[11],提示IEM与性别、年龄之间可能缺乏必然关联。

本组IEM患者最常见的临床症状为吞咽困难,其次为反酸/烧心、非特异性症状、胸痛、咽部异物感。IEM患者可无症状,或出现不同程度的吞咽困难、咳嗽、胸痛、胃灼热、反流、上腹痛等非特异性症状^[9]。吞咽困难症状的发生率与对

表2 IEM组与对照组食管动力学参数比较

组别	例数	UESP ($\bar{x}\pm s$, mmHg)	UESRP [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg]	DCI [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg·s·cm]	LESP [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg]	IRP ($\bar{x}\pm s$, mmHg)
IEM组	46	60.52±27.60	7.1 (3.6, 12.4)	189.1 (134.6, 310.0)	12.0 (5.9, 18.7)	6.35±4.32
对照组	46	64.07±26.04	8.3 (2.6, 11.7)	1 179.5 (838.0, 1 687.3)	20.0 (16.2, 27.2)	8.65±3.17
统计量		0.634	0.121	8.262	4.924	<0.001
P值		0.528	0.904	<0.001	<0.001	0.005

注:IEM为无效食管动力;UESP为上食管括约肌静息压,正常参考值为34~104 mmHg;UESRP为上食管括约肌残余压,正常参考值为<12 mmHg;DCI为远端收缩积分,正常参考值为500~5 000 mmHg·s·cm;LESP为下食管括约肌静息压,正常参考值为13~43 mmHg;IRP为综合松弛压,正常参考值为<15 mmHg;1 mmHg=0.133 kPa

照组差异有统计学意义。而在食管动力正常的对照组中,反酸/烧心的发生率亦较高,与 IEM 组间差异无统计学意义。DCI 降低可能在吞咽困难的发生中发挥重要作用。本研究排除了病理性酸反流并采用更严格的芝加哥分类 4.0 版标准,能更好地将 IEM 的研究限制在更有临床意义的人群中^[12]。有研究表明,以芝加哥分类 4.0 版诊断的 IEM 可识别出吞咽困难症状更为严重的患者^[13]。据此推测,对排除梗阻性疾病和病理性酸反流的吞咽困难患者,其食管功能可能更差。

本研究二元多因素 Logistic 回归分析显示,吞咽困难症状与 IEM 之间存在显著相关性。我国一项回顾性研究^[14]分析了 256 例内镜检查无异常的吞咽困难患者的临床资料,结果显示该人群中 IEM 为最常见的食管动力异常特征,占比 38.6%,提示吞咽困难症状可能与较低的食管动力相关。Rangan 等^[13]的研究表明,芝加哥分类 4.0 版定义的 IEM 能够识别出吞咽困难症状更严重的患者,且吞咽困难程度随无效吞咽比例增加而加重,提示食管动力障碍可能在 IEM 患者的症状驱动中发挥较大的作用。IEM 患者存在食管收缩幅度减弱、食管廓清能力下降,食管推进功能受损,进而引发吞咽困难症状^[15]。

本研究发现 IEM 患者的 DCI 值较对照组显著降低,二元多因素 Logistic 回归分析亦显示 DCI 与 IEM 显著相关,与既往多数研究结果一致。DCI 可反映食管收缩力度和廓清能力,DCI 值越低,提示食管体部收缩力度越差,这与 IEM 的定义特征相符。王珺文等^[16]的研究比较了 IEM 患者与食管动力正常者的高分辨率食管测压参数,亦发现 IEM 患者 DCI 值显著低于食管动力正常者。上述研究共同提示,芝加哥分类 4.0 版定义的 IEM 患者具有更低的 DCI 值,即更差的食管功能和更弱的廓清能力,进一步支持该分类标准具有较好的临床意义。

本研究二元多因素 Logistic 回归分析结果还表明 IEM 与 LESP 降低有关,与既往多数研究结果一致。张娜等^[17]的研究亦发现 IEM 患者的 LESP 低于高分辨率食管测压结果正常者,且 LESP 降低伴 IEM 时,食管酸负荷增加。Tuan 等^[11]的研究也发现 IEM 患者存在较低的 LESP。LES 在食管下段起“阀门”作用,静息状态下维持一定压力,防止胃内容物反流入食管。吞咽过程中 LES 松弛,以允许食物通过,吞咽结束后恢复张力。LES 还存在“生理性反流”,即使没有吞咽,也有放松的倾向,若此类松弛过于频繁,则可导致反流性疾病。LES 松弛良好且静息压力较低时,胃内压高于食管内压,抗反流能力下降,不仅可促使生理性反流发展为病理性反流,反流物本身亦可进一步损害 LES 功能,加重反流发生。多数临床研究表明,IEM 患者的酸反流负荷较高^[13,18],反流物清除延迟导致病理性反流时间延长^[19],进一步加重食管功能恶化。本研究虽已排除病理性酸反流,但未排除弱酸反流以及

其他气体、液体反流类型。结合上述研究,推测 LESP 降低除与病理性酸反流有关外,还可能与弱酸和非酸反流相关。

本研究 IEM 组与对照组的 UESP 和 UESRP 差异均无统计学意义。既往对 IEM 动力学特点的研究主要集中于食管体部和 LES,对 UES 的研究较少,其原因可能为 IEM 主要累及食管体部和 LES,且高分辨率食管测压在评估口咽部和 UES 功能障碍中的作用存在争议^[20-21]。

本研究存在一定局限性。首先,单中心回顾性研究依赖于医疗记录中的现有信息,信息采集过程可能存在偏倚。其次,未对 IEM 患者进行长期随访,缺乏对疾病自然史和预后的认识。第三,未对患者进行精神心理评估,可能导致分析中引入混杂因素。期待未来通过多中心大样本的前瞻性研究和临床干预试验,进一步探索 IEM 的发病机制,更深入地了解 IEM 的进展和预后。

综上所述,IEM 患者最常见的临床症状为吞咽困难,对于经内镜检查已排除梗阻性疾病的吞咽困难患者,临床实践中建议进一步行高分辨率食管测压。IEM 患者 DCI 值明显降低,食管体部动力不足,食管廓清能力下降,提示食管功能受损;LESP 降低,抗反流屏障功能减弱,除与病理性酸反流相关外,还可能与弱酸和非酸反流相关。建议使用 24 h 食管 pH-阻抗监测技术深入探究 LES 与反流之间的关系。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明:罗燕菊,论文撰写、文献整理;黄茸,数据处理;安琪,研究指导;陈冬梅、段鹏,数据处理;李岩,研究指导、论文审校

参考文献

- [1] CHUGH P, COLLAZO T, DWORKIN B, et al. Ineffective esophageal motility is associated with impaired bolus clearance but does not correlate with severity of dysphagia [J]. Dig Dis Sci, 2019, 64 (3): 811-814.
- [2] RANGAN V, GEORGE N S, KHAN F, et al. Severity of ineffective esophageal motility is associated with utilization of skeletal muscle relaxant medications[J]. Neurogastroenterol Motil, 2018, 30 (4): e13235.
- [3] CLARRETT D M, HACHEM C. Gastroesophageal reflux disease (GERD)[J]. Mo Med, 2018, 115 (3): 214-218.
- [4] GYAWALI C P, SIFRIM D, CARLSON D A, et al. Ineffective esophageal motility: concepts, future directions, and conclusions from the Stanford 2018 symposium[J]. Neurogastroenterol Motil, 2019, 31 (9): e13584.
- [5] TRIADAFILOPOULOS G, TANDON A, SHETLER K P, et al. Clinical and pH study characteristics in reflux patients with and without ineffective oesophageal motility

- (IEM)[J]. *BMJ Open Gastroenterol*, 2016, 3 (1): e000126.
- [6] HOLLENSTEIN M, THWAITES P, BÜTIKOFER S, et al. Pharyngeal swallowing and oesophageal motility during a solid meal test: a prospective study in healthy volunteers and patients with major motility disorders[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2017, 2 (9): 644-653.
- [7] YEH C C, CHEN C C, WU J F, et al. Etiologies and clinical characteristics of non-obstructive dysphagia in a Taiwanese population: a prospective study based on high-resolution impedance manometry[J]. *J Formos Med Assoc*, 2019, 118 (11): 1528-1536.
- [8] 赵威, 王邦茂. 嗜酸性粒细胞性食管炎的食管动力异常[J]. *中华内科杂志*, 2016, 55 (7): 555-557.
- [9] 赵希, 时阳, 王丹. 无效食管运动在胃食管反流病中作用的研究进展[J]. *中华胃食管反流病电子杂志*, 2021, 8 (1): 37-41.
- [10] LABIDI A, ZOUTTEN L, BEN GHORBEL I, et al. Esophageal motor abnormalities on high - resolution manometry in patients with scleroderma[J]. *Tunis Med*, 2021, 99 (7): 751-756.
- [11] TUAN A W, SYED N, PANGANIBAN R P, et al. Comparing patients diagnosed with ineffective esophageal motility by the Chicago Classification Version 3.0 and Version 4.0 criteria[J]. *Gastroenterology Res*, 2023, 16 (1): 37-49.
- [12] CARMEL M, COHEN D L, HIJAZI B, et al. Chicago Classification Version 4.0 improves stratification of ineffective esophageal motility patients into clinically meaningful subtypes: a two-center international study[J]. *Dysphagia*, 2024, 39 (3): 444-451.
- [13] RANGAN V, NEE J, LI B, et al. Dysphagia worsens with increasing ineffective swallows among patients with ineffective esophageal motility[J]. *J Clin Gastroenterol*, 2023, 57 (7): 694-699.
- [14] WANG D, WANG X, YU Y, et al. Assessment of esophageal motor disorders using high - resolution manometry in esophageal dysphagia with normal endoscopy[J]. *J Neurogastroenterol Motil*, 2019, 25 (1): 61-67.
- [15] BALKO R A, CODIPILLY D C, RAVI K. Minor esophageal functional disorders: are they relevant? [J]. *Curr Treat Options Gastroenterol*, 2020, 18 (1): 82-96.
- [16] 王珺文, 孙会会, 姜元喜, 等. 无效食管动力患者的临床特征及其接受质子泵抑制剂治疗的有效性分析[J]. *上海医学*, 2023, 46 (2): 100-105.
- [17] 张娜, 卢文婷, 李虹, 等. 无效食管运动的临床特点和动力学分析[J]. *中华消化杂志*, 2019, 39 (10): 669-673.
- [18] REDDY C A, BAKER J R, LAU J, et al. High-resolution manometry diagnosis of ineffective esophageal motility is associated with higher reflux burden[J]. *Dig Dis Sci*, 2019, 64 (8): 2199-2205.
- [19] MARTÍNEZ-GUILLÉN M, CLAVÉ P, ZAVALA M, et al. High-resolution manometry with impedance for the study of pharyngeal motility and the upper esophageal sphincter: keys for its use in the study of the pathophysiology of oropharyngeal dysphagia[J]. *Gastroenterol Hepatol*, 2024, 47 (3): 272-285.
- [20] EDEANI F, MASSEY B. Esophageal motility disorder: has Chicago classification v4.0 simplified our management? [J]. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 2023, 31 (6): 374-381.
- [21] GYAWALI C P, KAHRILAS P J, SAVARINO E, et al. Modern diagnosis of GERD: the Lyon Consensus[J]. *Gut*, 2018, 67 (7): 1351-1362.
- (2025-09-29 收稿; 2025-10-19 修回)
(本文编辑: 袁春英)