

本文引文格式:钟嘉豪,黄许森. 结肠中动脉旁淋巴结清扫在胃窦部胃癌根治术中的
临床意义[J]. 右江民族医学院学报, 2023, 45(3): 467-471.

【论著与临床报道】

结肠中动脉旁淋巴结清扫在胃窦部胃癌根治术中的临床意义

钟嘉豪¹, 黄许森²

1. 右江民族医学院研究生学院, 广西 百色 533000;
2. 右江民族医学院附属医院胃肠外科, 广西 百色 533000)

摘要:目的 探讨结肠中动脉旁淋巴结清扫在胃窦部胃癌根治术中的临床意义。方法 选择右江民族医学院附属医院2020年8月至2022年12月共96例符合纳入标准的胃窦部局部进展期胃癌患者,其中研究组60例患者术中清扫结肠中动脉旁淋巴结后送检,对照组36例患者术中不清扫结肠中动脉旁淋巴结,统计分析结肠中动脉旁淋巴结转移阳性率、清扫的安全性及可行性。结果 96例胃癌患者术中见94例结肠中动脉旁淋巴结无肿大,2例结肠中动脉旁淋巴结肿大,2例患者均在研究组;研究组术后病理提示1例肿大淋巴结见癌侵及,其余59例均未见癌侵及。结论 结肠中动脉旁淋巴结在局部进展期胃癌中的转移率低,若考虑淋巴结转移,可作淋巴结清扫,结肠中动脉旁淋巴结清扫安全可行。

关键词:胃肿瘤;淋巴结清扫;结肠中动脉旁淋巴结;淋巴结转移

中图分类号:R735.2 文献标识码:A 文章编号:1001-5817(2023)03-0467-05

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2023.03.018

Clinical significance of middle colon para-arterial lymph node dissection in radical gastrectomy of gastric antrum cancer

Zhong Jiahao¹, Huang Xusen²

1. Graduate School, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise 533000, Guangxi, China;
2. Department of Gastrointestinal Surgery, The Affiliated Hospital of Youjiang Medical University for Nationalities, Baise 533000, Guangxi, China)

Abstract: **Objective** To investigate the clinical significance of middle colon para-arterial lymph node dissection in radical gastrectomy for gastric antrum cancer. **Methods** A total of 96 patients with locally advanced gastric cancer in the antrum, meeting the inclusion criteria, were selected from The Affiliated Hospital of Youjiang Medical University for Nationalities from August 2020 to December 2022. Among them, 60 patients in the study group underwent intraoperative dissection of para-arterial lymph nodes of the colon, while 36 patients in the control group did not undergo such dissection. The positive rate of middle colon para-arterial lymph node metastasis and the safety and feasibility of the dissection were analyzed. **Results** Among the 96 patients with gastric cancer, 94 cases showed no enlargement of middle artery lymph nodes, while 2 cases exhibited enlargement of middle artery lymph nodes, both of which were in the study group. Postoperative pathology of the study group revealed that one case with lymph node enlargement had cancer invasion, while the remaining 59 cases showed no signs of cancer invasion. **Conclusion** The metastasis rate of para-arterial lymph nodes in the middle colon is low in locally advanced gastric cancer. Therefore, when considering lymph node metastasis, lymph node dissection can be performed, and middle colon para-arterial lymph node dissection is safe and feasible.

Key words: gastric tumor; lymph node dissection; middle colon para-arterial lymph node; lymphatic metastasis

第一作者简介:钟嘉豪(1996—),男,在读硕士研究生,研究方向:胃肠道疾病的临床与基础研究,E-mail:995888049@qq.com

通讯作者简介:黄许森(1971—),男,本科,教授,主任医师,硕士研究生导师,研究方向:胃肠道肿瘤与创面修复,E-mail:hxsfy

@163.com

胃癌是我国常见的消化道肿瘤,据统计^[1],2020 年我国癌症发病谱及死因谱上,胃癌位于第三。近年来随着人们对健康的重视及体检的普及,部分胃癌患者得到及时的治疗,延长了生存期。胃癌的主要治疗方法是外科手术,包括根治性手术和姑息性手术两类,局部进展期胃癌根治术的标准术式是 D2 淋巴结清扫的 R0 胃癌切除术,手术要求清扫胃周第一、二站淋巴结。根据肿瘤位置的不同,胃周淋巴结分组不同,清扫淋巴结范围也不同,结肠中动脉旁淋巴结为第 15 组胃周淋巴结,未分入第一、二站淋巴结,不纳入胃癌根治术常规清扫的范围。目前我国进展期胃癌病人基数大,临床分期整体偏晚,胃癌好发于胃窦部,且胃癌的淋巴结转移可发生跳跃式淋巴转移,淋巴结跳跃性转移的胃癌患者预后更差^[2],针对不同分期病例的精准淋巴结清扫范围仍未达成共识。本研究探讨结肠中动脉旁淋巴结清扫在胃窦部胃癌根治术中的必要性及安全性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择右江民族医学院附属医院 2020 年 8 月至 2022 年 12 月共 96 例符合纳入标准的局部进展期胃窦部胃癌患者,根据我国腹腔镜胃癌手术操作指南(2016 版)中目前已被认可并应用于临床实践的腹腔镜胃癌手术适应证^[3],制定纳入标准:术前完善胃镜检查并经胃镜取活检,病理证实为胃窦部恶性肿瘤;胃癌术前分期为 I、II、III A 期,并可达到 D2 根治性切除术;心肺功能耐受麻醉手术;无明显手术禁忌证。排除标准:合并其他脏器恶性肿瘤(非转移瘤);同

时合并其他部位手术的病例;胃癌术前分期为 III B、III C、IV 期病例;术前已接受新辅助治疗病例。纳入患者临床资料无缺失。

1.2 治疗方法 纳入研究的患者按 NCCN 指南或中国腹腔镜胃癌根治术质量控制专家共识标准在全麻下行腹腔镜下胃癌根治术^[4],其中研究组共 60 例,根据患者术前增强 CT,术中结肠中动脉旁淋巴结肿大情况、质地等综合评估,若怀疑已结肠中动脉淋巴结转移,则将患者纳入研究组,术中按胃癌根治术行胃周 D2 淋巴结清扫,同时清扫结肠中动脉旁淋巴结后统一送病理检查;对照组共 36 例患者,术中按胃癌根治术行胃周 D2 淋巴结清扫后送病理检查,不清扫结肠中动脉旁淋巴结。

1.3 观察指标 统计胃窦部胃癌患者结肠中动脉旁淋巴结肿大数量及病理检出阳性率评估结肠中动脉旁淋巴结清扫必要性。统计清扫结肠中动脉旁淋巴结导致结肠中动脉损伤、淋巴漏等淋巴结清扫相关并发症的发生情况,评估结肠中动脉旁淋巴结清扫安全性。统计两组手术时间、术中出血量、术后第一天白细胞计数等,评估结肠中动脉旁淋巴结清扫可行性。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 20.0 软件进行数据分析。正态分布且方差齐计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;计数资料以例数或百分比表示,采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料 两组患者性别、年龄、身高、体重等一般资料比较差异无统计学意义,见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

组别	n	性别		年龄/岁	身高/cm	体重/kg
		男	女			
研究组	60	44	16	62.08±8.50	162.48±5.50	56.83±7.69
对照组	36	29	7	63.83±7.11	161.81±6.64	58.25±7.35
χ^2		0.644		-1.036	0.540	-0.888
P		0.422		0.303	0.590	0.377

注:表内计数资料数据以例数(n)表示;计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。

2.2 两组患者结肠中动脉旁淋巴结肿大及阳性率情况 96 例胃癌患者术中见 94 例结肠中动脉旁淋巴结无肿大,2 例结肠中动脉旁淋巴结肿大,2 例患者均在研究组;研究组术后病理提示 1 例肿大淋巴结见癌侵及,其余 59 例均未见癌侵及,研究组 60 例胃癌患者术中清扫结肠中动脉旁淋巴结时均未发生结肠中动脉损伤、淋巴漏等淋巴结清扫相关并发症,见表 2。

2.3 两组患者手术情况比较 两组患者住院时间、手术时间、术中出血量、术后第 1 天白细胞计数比较差异

无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 2 研究组患者结肠中动脉旁淋巴结肿大及阳性率情况

	病理阴性	病理阳性	合计
淋巴结肿大	1	1	2
淋巴结无肿大	58	0	58
合计	59	1	60

表 3 两组患者手术情况比较

组别	<i>n</i>	住院时间/d	手术时间/min	术中出血量/mL	术后第 1 天白细胞计数/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)
研究组	60	20.63 \pm 5.19	229.00 \pm 26.77	128.83 \pm 47.38	9.22 \pm 3.04
对照组	36	20.44 \pm 4.75	222.08 \pm 29.14	118.06 \pm 60.42	9.66 \pm 2.69
<i>t</i>		0.178	1.185	0.972	-0.706
<i>P</i>		0.859	0.239	0.334	0.482

注:表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。

3 讨论

胃癌是我国常见的消化道肿瘤之一,2020 年全球 43.9% 的胃癌新发病例和 48.6% 的胃癌致死病例发生在中国^[1]。淋巴转移是胃癌转移主要途径之一,侵犯黏膜下层的早期胃癌淋巴结转移率近 20%,进展期胃癌的淋巴结转移率高达 70% 左右^[5],因此胃癌根治术中淋巴结清扫至关重要,影响胃癌患者的预后。

淋巴转移是胃癌最常见的转移途径,规范化的手术切除瘤体和淋巴结清扫是治疗可根治性切除胃癌的关键手段,其中规范化的胃周区域淋巴结清扫是胃癌根治术质量控制的核心指标,影响患者的预后生存,具体包括淋巴结清扫的范围和数量。有研究表明^[6],II~III 期胃癌患者根治术中淋巴结清扫范围的选择可以影响患者术后复发情况,术中淋巴结清扫 D3 范围可降低高龄 III 期胃癌患者的远期复发风险,即使是已经出现胃癌并肝转移的患者,行胃癌 D2 或者 D2+根治术以及肝脏部分切除术,患者也可以获得较长的生存期^[7],整块切除是肿瘤根治术中淋巴结清扫的基本操作原则^[8],包括切除淋巴结及淋巴结周围的软组织、淋巴管等^[9],相关研究表明淋巴结外软组织受侵是影响胃癌预后的独立负相关因素^[10],彻底完整清除血管外膜周围的疏松结缔组织、淋巴管及淋巴结,可以有效降低肿瘤细胞残留的风险,此外胃癌根治术后标本中淋巴结分拣送检也是影响术后病理学检查及病理分期的重要环节^[11],由参与手术的医生及时进行胃周淋巴结的分拣送检,既可以提高外科医生对解剖结构的进一步理解,也有助于术后病理对胃周淋巴结的准确分组,提高患者病理分期诊断的准确性,为患者提供更规范的精准化治疗。

根据解剖结构,胃周淋巴结共有 16 组,分为 3 站,其中结肠中动脉旁淋巴结位于第 15 组,结肠中动脉在胰腺下方,自肠系膜上动脉分出,进入横结肠系膜内,在横结肠缘附近分出左右两支,分布于横结肠右三分之一,并分别与左右结肠动脉吻合。在解剖结构上结肠中动脉旁淋巴结位于胰腺下方,与胃窦部距离相对较近。胃窦部作为胃癌的好发部位,且胃癌的淋巴结转移可发生跳跃式淋巴转移,关于胃癌患者的淋巴结跳跃性转移发生率高高低不一,有研究报道^[12],胃癌淋

巴结跳跃性转移率在 10% 以下,但同时也存在高跳跃性发生率者,胃癌患者阳性淋巴结跳跃性转移的预后较单纯胃周受累的预后差。我国目前胃镜检查普及率不高,进展期胃癌患者数量较多,以胃窦部胃癌为主,提高胃癌根治术中送检淋巴结数目可以提高淋巴结转移分期的准确率,为后续治疗及预后准确性评估提供指导依据^[13]。有相关多中心大样本胃癌根治性手术研究数据^[14]分析显示:对于行胃癌根治术的患者而言,清扫淋巴结的数量与预后显著相关,在淋巴结清扫范围内,分拣出的淋巴结数量越多,患者 TNM 分期越准确,有利于患者后续治疗。目前根据 T、N 分类不同分期患者预后生存有明显的分层,例如 pN3a 和 pN3b 患者的预后不同^[15],术中清扫足够数量的淋巴结,有助于准确评估胃癌患者分期,为患者提供精准化治疗方案。

由于动脉周围的淋巴管是包绕血管三维立体分布,淋巴结之间的淋巴管交错分布且互相连通,因此在清扫血管周围淋巴结都应先裸化血管,围绕血管进行全面的立体化清扫,而不应主观认为只须进行淋巴结平面化清扫^[16]。在腹腔镜下操作,血管周围淋巴结清扫难度会进一步加大,若在腹腔镜探查过程中发现肿瘤浸润周围组织严重、淋巴结融合成团、不能明确肿瘤切缘及切缘可疑阳性时,须及时中转开放手术^[16]。淋巴漏是胃癌根治术中淋巴结清扫相关的并发症,操作不当、过度清扫胃周淋巴结等因素会加大手术淋巴漏、出血等风险,若在术中过度清扫无转移的阴性淋巴结,患者淋巴系统的功能有可能会受到影响,引起患者体内出现较低的淋巴水平,进一步导致患者抵御疾病的能力下降,甚至缩短患者的生存期,影响患者术后恢复,因此不可随意、过度扩大淋巴结清扫范围^[14],在追求精准化治疗的今天,针对不同部位及分期的胃癌患者,进一步研究以明确术中淋巴结清扫范围,为胃癌患者制定个性化手术方案,是手术医生术前应该思考的问题。前哨淋巴结导航手术(sentinel node navigation surgery, SNNS)是乳腺癌手术根治术中决定淋巴结清扫范围的重要依据,但由于胃癌淋巴结存在跳跃式转移,SNNS 在胃癌根治术中的应用需进一步研究。有研究表明^[17],吲哚菁绿(ICG)术前荧光标记在腹腔镜

胃癌切除术中可缩短手术时间,减少手术出血量,降低切缘阳性率的发生,在胃癌的精准化治疗中提供帮助。不同部位不同分期的胃癌是否需要清扫结肠中动脉旁淋巴结以及如何安全、有效地清扫的相关研究较少,因其位于第 15 组淋巴结,不在 D2 清扫范围,判断胃癌患者结肠中动脉旁淋巴结是否转移,以及胃癌根治术中是否清扫结肠中动脉旁淋巴结的指征尚未明确。目前针对胃癌淋巴结转移情况的术前术中评估方法尚无统一标准,其中术前通常根据增强 CT、MRI、超声内镜检查等方法,术中通常根据淋巴结肿大情况、与周围组织器官黏连情况以及淋巴结的触感质地等评估,此外也有一些新兴的方法,例如用能谱 CT 检测瘤体碘含量预测胃癌术前淋巴结转移有较高的敏感性及特异性^[18],分子标志物^[19]及构建肿瘤特征模型^[20]评估胃癌淋巴结转移情况,但这些方法仍处于研究初期,尚缺乏足够的证据广泛应用于临床,需要进一步研究。本研究纳入患者数量较少,同时仅针对患者围手术期情况对比,因淋巴结清扫涉及胃癌患者复发及转移,所以后期需要通过收集更多的临床病例,定期随访患者生存情况来评估结肠中动脉旁淋巴结清扫在腹腔镜胃癌根治术中的必要性、安全性及可行性。结肠中动脉旁淋巴结清扫在腹腔镜胃癌根治术对疗效的影响仍需要更加充分、详细的研究来指导实际临床。通过研究结肠中动脉旁淋巴结清扫对胃癌患者术中一般状况,积累结肠中动脉旁淋巴结清扫在腹腔镜胃癌根治术中的应用经验,对于了解结肠中动脉旁淋巴结清扫在腹腔镜胃癌根治术中的指征及疗效有积极促进作用。

结果显示:本研究中 96 例局部进展期胃癌患者有 94 例结肠中动脉旁淋巴结无肿大,2 例结肠中动脉旁淋巴结肿大;术后病理提示研究组 60 例进展期胃癌患者中 1 例肿大淋巴结见癌侵及,其余 59 例均未见癌侵及。本研究中局部进展期胃癌患者结肠中动脉旁淋巴结肿大率 2.08%,转移率 1.68%,提示结肠中动脉旁淋巴结在胃窦部胃癌的阳性转移率低。研究组 60 例胃癌患者术中清扫结肠中动脉旁淋巴结时均未发生结肠中动脉损伤、淋巴漏等淋巴结清扫相关并发症,两组患者住院时间、手术时间、术中出血量、术后第 1 天白细胞计数比较差异无统计学意义,提示胃癌根治中结肠中动脉旁淋巴结清扫的安全性和可行性,若术中见结肠中动脉旁淋巴结肿大,可予清扫处理。

综上所述:结肠中动脉旁淋巴结在胃窦部胃癌的阳性转移率低,若术前影像学检查不考虑检查中动脉旁淋巴结转移,术中发现无结肠中动脉旁淋巴结肿大可不做清扫;熟练掌握腹腔镜下胃癌根治中结肠中动脉旁淋巴结清扫可保证其安全性,若综合评估怀疑检查中动脉旁淋巴结转移,可在腹腔镜下行结肠中动脉

旁淋巴结清扫。

参考文献:

- [1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] CHOI Y Y, AN J Y, GUNER A L, et al. Skip lymph node metastasis in gastric cancer: is it skipping or skipped? [J]. Gastric Cancer, 2016, 19(1): 206-215.
- [3] 中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组, 中国研究型医院学会机器人与腹腔镜外科专业委员会. 腹腔镜胃癌手术操作指南(2016 版)[J]. 中华消化外科杂志, 2016, 15(9): 851-857.
- [4] 中国医师协会内镜医师分会腹腔镜外科专业委员会, 中国研究型医院学会机器人与腹腔镜外科专业委员会, 中国腹腔镜胃肠外科研究组. 中国腹腔镜胃癌根治手术质量控制专家共识(2017 版)[J]. 中华消化外科杂志, 2017, 16(6): 539-547.
- [5] 龙明, 张松峰. 外科学[M]. 8 版. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
- [6] 权蕊良, 虞炜, 尤昊, 等. II ~ III 期胃癌患者根治术中淋巴结清扫区域与预后的关系及其危险因素分析[J]. 中国中西医结合消化杂志, 2022, 30(9): 620-625.
- [7] 章含昀, 邹兵兵, 熊茂明. 胃癌同时性肝转移 22 例临床手术治疗效果分析[J]. 右江民族医学院学报, 2022, 44(2): 224-229.
- [8] ASSOCIATION J G C. Japanese gastric cancer treatment guidelines 2018 (5th edition)[J]. Gastric Cancer, 2021, 24(1): 1-21.
- [9] GUO J T, PAN Y, GUO X F, et al. Effect of the number of positive nodules in extranodal soft tissues on the overall survival of gastric cancer patients [J]. Int J Clin Exp Pathol, 2017, 10(11): 11090-11097.
- [10] ZHANG N N, DENG J Y, SUN W L, et al. Extranodal soft tissue metastasis as an independent prognostic factor in gastric cancer patients aged under 70 years after curative gastrectomy[J]. Ann Transl Med, 2020, 8(6): 376.
- [11] 中国抗癌协会胃癌专业委员会, 中华医学会肿瘤学分会胃肠学组, 中国医师协会外科医师分会肿瘤外科医师委员会. 胃癌根治术标本规范淋巴结送检及操作中国专家共识(2019 版)[J]. 中国实用外科杂志, 2019, 39(9): 881-889.
- [12] ZHAO B C, MEI D, ZHANG J L, et al. Impact of skip lymph node metastasis on the prognosis of gastric cancer patients who underwent curative gastrectomy [J]. J BUON, 2019, 24(2): 693-700.
- [13] ZHANG N N, BAI H H, DENG J Y, et al. Impact of examined lymph node count on staging and long-term survival of patients with node-negative stage III gastric

- cancer: a retrospective study using a Chinese multi-institutional registry with Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER) data validation [J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(17): 1075.
- [14] 梁寒. 胃癌扩大淋巴结清扫的根治手术相关并发症及其预防[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2017, 20(2): 140-143.
- [15] SANO T, COIT D G, KIM H H, et al. Proposal of a new stage grouping of gastric cancer for TNM classification: International Gastric Cancer Association staging project [J]. *Gastric Cancer*, 2017, 20(2): 217-225.
- [16] 中国抗癌协会胃癌专业委员会. 胃癌诊治难点中国专家共识(2020 版)[J]. *中国实用外科杂志*, 2020, 40(8): 869-904.
- [17] USHIMARU Y, OMORI T, FUJIWARA Y, et al. The feasibility and safety of preoperative fluorescence marking with indocyanine green (icg) in laparoscopic gastrectomy for gastric cancer[J]. *J Gastrointest Surg*, 2019, 23(3): 468-476.
- [18] 游佳, 李颖慧, 吴泽航, 等. 能谱 CT 动静脉期碘含量差值对胃癌淋巴结转移的预测价值[J]. *国际医学放射学杂志*, 2021, 44(4): 408-414.
- [19] 闵丛丛, 张静, 王晔, 等. 术前预测胃癌淋巴结转移的分子标志物研究[J]. *中华消化杂志*, 2020, 40(6): 373-379.
- [20] ZHOU C M, WANG Y, YE H T, et al. Machine learning predicts lymph node metastasis of poorly differentiated-type intramucosal gastric cancer [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 1300.
- 收稿日期: 2022-12-27; 修回日期: 2023-02-26
- (上接第 466 页)
- [8] KANG H G, LEE M, LEE K B, et al. Loss of podocalyxin causes a novel syndromic type of congenital nephrotic syndrome[J]. *Exp Mol Med*, 2017, 49(12): e414.
- [9] LI G M, CAO Q, SHEN Q, et al. Gene mutation analysis in 12 Chinese children with congenital nephrotic syndrome [J]. *BMC Nephrol*, 2018, 19(1): 1-8.
- [10] TASIC V, GUCEV Z, POLENAKOVIC M. Steroid resistant nephrotic syndrome-genetic consideration [J]. *Prilozi*, 2015, 36(3): 5-12.
- [11] SHIMIZU M, IRABU H, KANEDA H, et al. Familial focal segmental glomerulosclerosis with *PLCE1* mutation in siblings[J]. *Pediatr Int*, 2019, 61(7): 726-727.
- [12] MENG L Z, CAO S, LIN N, et al. Identification of a novel *ACTN4* gene mutation which is resistant to primary nephrotic syndrome therapy[J]. *Biomed Res Int*, 2019, 2019: 5949485.
- [13] AMMAR S, KANOUN H, KAMMOUN K, et al. Next-generation sequencing in patients with familial FSGS: first report of collagen gene mutations in Tunisian patients[J]. *J Hum Genet*, 2021, 68(8): 795-803.
- [14] 张研, 林娜, 刘运广. *PLCE1* 基因多态性与广西壮族儿童 PNS 相关性研究[J]. *右江民族医学院学报*, 2020, 42(5): 533-558.
- [15] 张研, 林娜, 刘运广, 等. 壮族儿童原发性肾病综合征磷脂酶 *CE1* 基因突变的研究[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2020, 35(23): 1807-1811.
- [16] ILATOVSKAYA D V, STARUSCHENKO A. TRPC6 channel as an emerging determinant of the podocyte injury susceptibility in kidney diseases[J]. *Am J of Physiol*, 2015, 309(5): F393-F397.
- [17] DOGRA S, KASKEL F. Steroid-resistant nephrotic syndrome: a persistent challenge for pediatric nephrology. [J]. *Pediatr Nephrol*, 2017, 32(6): 965-974.
- [18] WIEDER N, GREKA A. Calcium, TRPC channels, and regulation of the actin cytoskeleton in podocytes: towards a future of targeted therapies[J]. *Pediatr Nephrol*, 2016, 31(7): 1047-1054.
- [19] KANG H G, LEE M, LEE K B, et al. Loss of podocalyxin causes a novel syndromic type of congenital nephrotic syndrome[J]. *Exp Mol Med*, 2017, 49(12): e414.
- [20] SAURUS P, TOLVANEN T A, LINDFORS S, et al. Inhibition of SHIP2 in CD2AP-deficient podocytes ameliorates reactive oxygen species generation but aggravates apoptosis[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 10731.
- [21] AGARWAL S, SUDHINI Y R, POLAT O K, et al. Renal cell markers: lighthouses for managing renal diseases [J]. *Am J Physiol Renal Physiol*, 2021, 321(6): F715-F739.
- [22] PERICO L, CONTI S, BENIGNI A, et al. Podocyte-actin dynamics in health and disease[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2016, 12(11): 692-710.
- [23] DETSIKA M G, LYGIROU V, FRANTZIS V, et al. Effect of hem e oxygenase-1 deficiency on glomerular proteomics[J]. *Am J Nephrol*, 2016, 43(6): 441-450.
- [24] BARTRAM M P, HABBIG S, PAHMEYER C, et al. Three-layered proteomic characterization of a novel *ACTN4* mutation unravels its pathogenic potential in FSGS[J]. *Hum Mol Genet*, 2016, 25(6): 1152-1164.
- 收稿日期: 2023-02-27; 修回日期: 2023-04-07