

·指南与共识·

CT 引导下经皮胃造瘘术专家共识(2025 版)

中国医师协会介入医师分会

通信作者: 黄学全, 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心, 重庆 400038, Email: hxuequan@163.com; 王忠敏, 上海交通大学医学院附属瑞金医院放射介入科, 上海 200025, Email: wzm11896@rjh.com.cn

【摘要】 经皮胃造瘘术是一种专为无法经口进食但需要长期营养支持患者设计的微创手术方法。CT 引导下经皮胃造瘘术利用 CT 的高密度分辨率和任意平面重组技术, 可清晰显示胃与周围组织的解剖关系, 帮助精确规划穿刺路径, 避免对周围血管、脏器等结构的损伤, 降低手术风险和并发症发生率, 已成为临床实践中的主流技术。中国医师协会介入医师分会组织多学科领域专家联合制订《CT 引导下经皮胃造瘘术专家共识(2025 版)》, 汇总国内外最新临床研究证据和实践经验, 以期规范 CT 引导下经皮胃造瘘技术, 为临床医师提供系统、权威指导, 提高手术疗效和安全性。

【关键词】 营养支持; CT 引导; 胃造瘘术; 专家共识; 适应证

基金项目: 国家自然科学基金(52275015)

实践指南注册: 国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2024CN994)

Expert consensus on CT-guided percutaneous gastrostomy (2025 edition)

Chinese College of Interventionalists, Chinese Medical Doctor Association

Corresponding authors: Huan Xuequan, Minimally Invasive Intervention Center, The First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China, Email: hxuequan@163.com; Wang Zhongmin, Department of Radiology Intervention, Ruijin Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200025, China, Email: wzm11896@rjh.com.cn

【Abstract】 Percutaneous gastrostomy is a minimally invasive surgical procedure designed for patients who require long-term nutritional support but cannot ingest food orally. Computed tomography (CT)-guided percutaneous gastrostomy, leveraging the high-density resolution and multi-planar reconstruction capabilities of CT imaging, enables clear visualization of the anatomical relationships between the stomach and adjacent structures. This technique facilitates precise planning of puncture pathways, minimizes injury to surrounding blood vessels and organs, reduces surgical risks, and lowers complication rates. As a result, it has become the mainstream approach in clinical practice. The Chinese College of Interventionalists of Chinese Medical Doctor Association has organized multidisciplinary experts to jointly develop the *Expert Consensus on CT-guided Percutaneous Gastrostomy (2025 Edition)*. This consensus synthesizes the latest clinical research evidence and practical experiences from both domestic and international sources, aiming to standardize CT-guided percutaneous gastrostomy techniques, provide clinicians with systematic, comprehensive, and authoritative guidance, and enhance procedural efficacy and safety.

【Key words】 Nutritional support; CT-guided; Gastrostomy; Expert consensus; Indication

Fund program: National Natural Science Foundation of China (52275015)

Practice guideline registration: Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2024CN994)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20250218-00062

收稿日期 2025-02-18

引用本文: 中国医师协会介入医师分会. CT 引导下经皮胃造瘘术专家共识(2025 版)[J]. 中华消化外科杂志, 2025, 24(3): 301-309. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20250218-00062.



经皮胃造瘘术主要是为无法经口进食但需要长期营养支持患者提供的主要微创手术方法^[1]。近年来,CT 引导下经皮胃造瘘术运用 CT 检查的高密度分辨率和任意平面重组技术,可更清晰显示胃与周围组织的解剖关系,帮助精确规划穿刺路径,避免重要血管、脏器等损伤,显著降低手术风险和并发症发生率^[2-6]。该技术主要应用于不耐受或经鼻胃管喂养禁忌证患者,以及无法经口摄入营养且需长期营养支持患者。目前,CT 引导下经皮胃造瘘术的技术操作规范、适应证、并发症防治等方面仍未达成共识。为了促进该技术的标准化和规范化应用,提高手术的安全性和有效性,中国医师协会介入医师分会组织多学科领域专家结合国内外最新的研究成果和临床经验,共同制订《CT 引导下经皮胃造瘘术专家共识(2025 版)》(以下简称本共识)。本共识涵盖 CT 引导下的经皮胃造瘘术的适应证、禁忌证、术前准备、手术步骤、术后管理、并发症防治及未来发展前景等,以期规范 CT 引导下经皮胃造瘘技术,为临床医师提供系统、权威指导,提高手术疗效和安全性。

一、共识制订方法

本共识在国际实践指南注册与透明化平台进行前瞻性注册,注册号为 PREPARE-2024CN994。

(一) 共识使用者与目标人群

本共识普遍适用于开展 CT 引导下经皮胃造瘘术工作的各级医疗机构,以及从事相关诊疗工作的医务人员、医学研究者等。

(二) 共识工作组组建与利益冲突管理

本共识由介入科、肿瘤科、普通外科、消化科、影像科等多学科专家组成编审委员会。编审委员会成员不存在与本共识直接相关的利益冲突。

(三) 证据检索与评价

执笔团队拟定本共识大纲,在 PubMed、Medline、万方数据、中国知网、Web of Science、Cochrane 和 Embase 平台上检索和评审相关文献,以确保全面覆盖所有关键问题。如无关键问题的循证医学证据,则采用其他临床实践指南以及相关评论文章或专家临床经验拟定建议。检索时间截至 2025 年 3 月 10 日。

二、共识内容

(一) 适应证

目前,尚无关于经皮胃造瘘术适应证的 RCT 或观察性研究。对于胃肠道功能正常但无法经口摄

入营养且需要长期营养支持的患者,包括儿童,经皮胃造瘘术是一种有效且安全的长期喂养途径,耐受性良好^[7-9]。头颈部肿瘤、晚期食管癌、脑血管意外后长期昏迷、肌萎缩侧索硬化症等会导致患者口腔、食管通道阻塞或无法正常进食,常需行经皮胃造瘘术提供营养支持,维持基本生命活动^[10-12]。鼻胃管和经皮胃造瘘术短期内均安全有效;但长期疗效中,经皮胃造瘘术在改善吞咽障碍患者营养状况和预防常见并发症方面优于鼻胃管喂养,且能降低吸入性肺炎发生风险^[13]。与鼻胃管比较,经皮胃造瘘术更适用于梨状窝积液或漏入喉前庭患者^[14]。1 项关于亚洲老年吞咽困难患者的研究结果显示:与鼻胃管比较,行经皮胃造瘘术患者并发症和导管相关并发症发生率均更低^[15]。经皮胃造瘘术适用于需行胃肠或胃减压患者,缓解恶性肠梗阻症状,可为姑息治疗提供支持,与鼻胃管比较,患者更舒适^[16-17]。经皮内镜胃造瘘术(percutaneous endoscopic gastrostomy, PEG)临床实践指南建议:对于鼻胃管喂养≥4 周仍存在吞咽困难的患者,可考虑行经皮胃造瘘术^[18]。且 2 项前瞻性 RCT 结果证实:卒中后吞咽困难患者行 PEG 更能改善患者的营养状况^[19-20]。此外,PEG 前胃腔充气,采用 CT 检查能精准评估胃前壁与腹壁接触情况,从而准确评估 PEG 过程中误伤其他器官的风险^[16,21]。因此,CT 引导下直接施行经皮胃造瘘术可能更具有优势。

推荐意见 1: 对于无法经口进食且需长期营养支持,尤其是无法耐受或禁忌经鼻胃管喂养患者,应优先考虑行经皮胃造瘘术。对于鼻胃管喂养≥4 周仍存在吞咽困难患者和需要长期胃肠减压患者可考虑行经皮胃造瘘术。(赞同率:98.9%)

因解剖结构复杂致使透视或内镜操作存在安全风险或无法施行时,CT 引导下经皮胃造瘘术是一种安全的手术方式^[3,6,12,16-17,22-25]。已有研究结果显示:CT 引导下经皮胃造瘘术成功率较高且无严重并发症^[2]。约 95.2% 的患者在首次施行 CT 引导下经皮胃造瘘术即获成功,其并发症发生率较低,特别适用于食管高度梗阻或透光不佳的患者。PEG 与 CT 引导下经皮胃造瘘术并发症发生率比较,差异无统计学意义,但后者成功率更高,特别适合临床严重肥胖症患者^[24,26-27]。对于头颈部鳞状细胞癌患者,PEG 可能增加转移风险,而 CT 引导下经皮胃造瘘术则更安全^[23]。PEG 可能因解剖鉴别困难而造成结肠损伤,引发肠瘘、腹腔感染等严重并发症^[27-28]。

PEG 的成功率略低于经皮放射学胃造瘘术^[29]。超声引导下的胃造瘘术在某些特定人群中能达到与经皮放射学胃造瘘术类似的成功率^[30]。在病情复杂患者中,CT 引导下经皮胃造瘘术成功率与经皮放射学胃造瘘术相近,在部分特定情况下前者更优^[23]。CT 引导下经皮胃造瘘术通常情况下可作为胃造瘘的首选手术方式,但需结合患者的具体情况、术者经验以及医疗资源的可及性综合决策。

推荐意见 2: 在经皮胃造瘘术适应证患者人群中,CT 引导下经皮胃造瘘术是一种可行的造瘘方式,可作为同类操作的首选方案。不具备 PEG 条件或内镜无法施行时,以及 X 线透视观察存在困难或无法通过消化道胃腔充气患者,CT 引导下经皮胃造瘘术是可选方案。(赞同率 96.9%)

(二) 禁忌证

尽管 CT 引导下经皮胃造瘘术是一种微创手术,但在严重凝血功能障碍、血流动力学不稳定的患者中应谨慎选择,避免增加严重并发症甚至死亡风险^[1,24]。大量腹水是 CT 引导下经皮胃造瘘术的相对禁忌证^[7,17,31]。腹水经有效引流后可再施行 CT 引导下经皮胃造瘘术^[31-33]。有胃部手术史患者,术前或术中应行 CT 检查评估残留胃腔,以确定是否适合胃-腹壁固定。肝脾肿大、结肠或空肠遮挡穿刺入路以及存在胸腔胃等特殊情况时,需术中动态评估遮挡情况,部分胸腔胃患者可行经皮锁骨上穿刺胃造瘘术或经后胸壁造瘘^[16,22,34]。

推荐意见 3: (1) 绝对禁忌证包括不可纠正的凝血功能障碍(PLT 计数<50×10⁹/L 或国际标准化比值>1.5), 血流动力学不稳定且未获有效干预, 全身感染状况未控制(如败血症、菌血症), 活动性腹膜炎或造瘘区腹壁感染等。(2) 相对禁忌证包括大量腹水、门静脉高压合并食管胃底静脉曲张、胃部分切除术后残胃容积不足、肝脾肿大或空肠/结肠覆盖穿刺路径、胸腔胃、非梗阻性口咽或食道恶性肿瘤等。(赞同率 98.9%)

(三) 术前准备

术前全面评估并获取患者知情同意,是保障 CT 引导下经皮胃造瘘术顺利完成的关键步骤。其中,精细评估 CT 检查图像,不仅能为手术方案规划提供精确的解剖学指引,还能初步预测手术成功率^[16-17,35]。对于具有吞咽或部分吞咽功能患者,因特殊临床需求而接受手术的患者,术前需禁食 6~24 h^[36-37]。由于胃腔属于自然污染区域,依据相关手术标准,只

要手术过程中无菌技术得到严格执行,CT 引导下经皮胃造瘘术可被视为清洁-污染手术^[38]。部分研究者提出:即使在无明显感染的情况下,术前预防性使用抗菌药物可降低术后感染风险^[38-40]。而且糖尿病是发生轻微并发症包括感染在内的主要危险因素^[41]。1 项多中心研究结果显示:预防性使用与未使用抗菌药物治疗患者伤口感染发生率比较,差异无统计学意义,局部使用抗菌药物未明显降低伤口感染发生率^[42]。CT 引导下经皮胃造瘘术相关研究术前未预防性使用抗菌药物^[2,22]。对于正在服用抗凝、抗聚集药物(如阿司匹林、氯吡格雷、利伐沙班等)的患者术前应停药。根据实际情况进行桥接治疗,如持续使用华法林患者,应在术前 1 周使用低分子肝素替换,并密切监测国际标准化比值,确保术前达到安全范围,术前 24 h 应停止使用低分子肝素,以减少术中出血风险。上述措施有助于优化患者术前状态,降低术中和术后并发症发生率^[23]。

推荐意见 4: 术前应对患者进行全面的病史评估、体格检查、实验室检查、影像学评估,签署知情同意书,术前按需禁食、禁饮。不强制预防性使用抗菌药物,并根据具体情况调整抗凝、抗聚集等药物。(赞同率 100.0%)

(四) 操作流程

术前需行 CT 检查,重点评估肝脏、肠道等器官对胃部的遮挡情况,并初步确定造瘘口位置。局部麻醉时使用 1% 利多卡因^[16,22-24,31]。根据临床需要选择是否使用镇静、解痉药物^[23,25]。胃腔充气是 CT 引导下经皮胃造瘘术成功的关键步骤之一^[21]。虽然胃腔充二氧化碳有利于降低术后并发症风险,但是采用空气进行胃腔充气仍然是主要方式^[21,25]。目前,胃腔充气主要通过鼻胃管或直接经皮穿刺进行,当患者存在咽部或食管梗阻,无法放置鼻胃管时,可以采用细针(18~22 G)经胃体或经肝贲门/胃底区穿刺充气,可实现高达 100% 的充气成功率^[22-23,25,43]。穿刺胃腔后,回抽胃液或注入少量气体或造影剂以确认胃腔位置,然后持续经鼻胃管或穿刺针向胃腔内注入 300~800 mL 空气^[2,16,23-25,29]。复查 CT 以评估充气后胃壁与腹壁关系,确定造瘘口位置,造瘘口多选择腹直肌或肋间隙处,均可获得良好结果^[2]。使用胃壁固定器将胃壁固定至腹壁,放置 2~3 根间距 1~2 cm 的胃固定缝合线后,于缝合线间切开。通过穿刺针扩张胃造瘘道后,插入胃造瘘管。最终,通过向阻塞球囊内注入 3~5 mL

蒸馏水或无菌水，并固定外部固定板，确保胃造瘘管稳固^[2,22,36]。造瘘管球囊与固定板间的张力应适中，避免过度紧绷或松弛。

推荐意见 5:(1)CT 扫描检查定位:术前 CT 扫描检查,以确定最佳穿刺位置并记录相关图像。(2)局部麻醉:穿刺点处应用 1% 利多卡因进行局部麻醉,确保患者手术过程中的舒适度。(3)胃腔充气:使用鼻胃管或细针经皮穿刺,注入空气或二氧化碳进行胃腔充气。(4)固定胃壁:采用胃壁固定器将胃壁固定至腹壁,以确保手术操作的稳定性,复查 CT 以评估胃壁-腹壁固定线间造瘘口的位置。(5)插入带持针套的穿刺针:在 CT 检查引导下使用穿刺针进入胃腔,并确认穿刺位置的准确性。(6)导入造瘘管:通过持针套将造瘘导管送入,并在导管球囊内注入无菌水以固定导管位置。(7)复查 CT:手术完成后行 CT 扫描检查,以确认造瘘管的位置及其周围组织的情况。(赞同率 98.9%)

(五)术后管理

术后管理的关键在于严密监测患者的生命体征,包括体温、心率、血压等,同时应关注患者有无腹痛、腹胀、恶心、呕吐等术后不良反应^[16-17,24]。患者出现上述症状时,可根据具体情况使用止吐药、类固醇、促动力药或抗胆碱能药以及生长抑素类似物进行对症治疗^[17]。造瘘管的位置、固定情况及通畅性需要每日检查,避免管道移位、堵塞或脱落等,如果发现造瘘口周围皮肤有红肿、疼痛或渗液等感染迹象,应及时处理^[14,17,28]。此外,患者若出现发热、咳嗽、呼吸困难等感染症状,需立即进行相关检查,明确病因并采取相应的治疗措施^[4,17]。通常在术后 7~14 d 拆除胃固定缝线,但有研究者认为术后 2~3 周拆除更适合^[14,16,22-23]。首次喂养时间为术后 4~48 h,建议初期以少量温水或营养液开始,逐渐增加喂养量和浓度,避免胃肠道不适^[2,4,16,22-24,31]。确保造瘘管妥善固定非常重要,避免牵拉、扭曲或移位。造瘘管脱落的发生率为 1.3%~4.5%^[26]。可使用专用固定装置或敷料防止脱落,并定期检查和调整固定情况^[12,14,44]。保持造瘘口周围皮肤清洁和干燥,定期更换敷料,避免感染。清洁皮肤时,动作应轻柔,避免损伤皮肤,以防止感染或发生其他并发症^[8,9,26]。另外,为确保造瘘管通畅,应定期冲洗管道,且进食前后冲洗时应使用适量的 0.9% 氯化钠溶液或专用冲洗液,避免用力过猛,以免损伤管道^[16,25]。同时导管球囊液体需 1~2 个月进行抽吸后

再次充盈,注意抽吸前将导管向胃腔内输送,避免球囊液抽吸时导管滑移导致再次充盈球囊时不良事件发生。

推荐意见 6:术后应密切监测生命体征,维护造瘘管及其周围皮肤的清洁,术后 12~24 h 开始进行首次喂养,术后 2~3 周拆除胃固定缝线,并定期检查,预防及处理并发症。(赞同率 100.0%)

(六)造瘘管更换时间

造瘘管的更换时间因医院的操作规范、患者的个体情况以及医师的临床经验而异^[2,16,23,26]。导管堵塞、球囊破裂、导管移位或出现其他功能性问题时,建议尽早更换导管,以确保持续有效的治疗和患者安全^[45]。尽管目前尚无统一标准,但建议在能正常使用导管的患者中,术后 3~6 个月更换导管,以降低并发症的发生风险,并根据患者的临床情况进行个性化调整。

推荐意见 7:首次造瘘管更换时间为术后 3~6 个月,此后每 6 个月更换 1 次,如果导管在使用过程中出现功能失效、堵塞或其他问题,应立即更换。(赞同率 100.0%)

(七)并发症防治

CT 引导下经皮胃造瘘术并发症主要包括出血、感染、胃造瘘口渗漏、瘘管移位等。通过术前充分评估、精准操作等措施,能够预防部分并发症的发生^[23]。PEG 的轻微并发症发生率为 11%,主要包括胃造瘘管意外脱位(49%)、局部感染(30%)等;严重并发症发生率为 15%,常见的有吸入性肺炎(74%)、器官损伤(9%)等^[41]。CT 引导下经皮胃造瘘术并发症主要包括:(1)疼痛,60% 的患者术后 24 h 发生疼痛,对于严重的术后疼痛,可通过切断张力最大或影响疼痛最严重的缝合线缓解^[42]。还可根据疼痛程度予以对症止痛处理。(2)出血:出血是 CT 引导下经皮胃造瘘术中主要并发症,发生率为 1.4%~2.0%^[24,26,42]。为预防术中和术后出血,术前应检查并纠正患者凝血功能。在手术操作中,应避免损伤大血管。多数患者仅有轻微出血,通常可自行止血,保守治疗即可,严重出血较为罕见,通常与血管损伤有关^[24]。因此,如发现造瘘管周围渗血、造瘘后回抽有出血或咖啡色胃液、呕血、黑便等症状,可考虑局部压迫止血、冰 0.9% 氯化钠溶液或止血药物、手术或介入栓塞等方式止血^[8]。(3)感染:感染是术后常见并发症,局部浅表皮肤感染的发生率为 5.9%,腹膜炎发生率为 1.3%~2.3%,全身感染的发

生率较低^[8,16,26,42]。预防感染的关键在于保持手术部位的清洁无菌。局部感染可通过定期换药和使用抗菌药物治疗,全身感染则需使用广谱抗菌药物,并根据药物敏感性试验结果调整治疗方案。(4)胃造瘘口渗漏:胃造瘘口渗漏的发生率约为1.4%,为预防和处理胃造瘘口渗漏,建议手术过程中确保造瘘口的密封性,术后定期检查渗漏情况,必要时进行再次手术修补。(5)造瘘管相关问题:造瘘管移位或脱出、堵塞、破裂等发生率为1.0%~19.9%,预防造瘘管移位的措施包括手术过程中准确定位造瘘管的位置和确保固定的稳固性,术后需定期检查造瘘管的位置和功能,必要时进行重新定位或更换^[16,24,26,42,46]。(6)其他并发症:其他较为罕见的并发症包括黏膜下积气、腹壁血肿、结肠穿孔、腹壁坏死性筋膜炎、气胸、皮下积气、胃肠穿孔、吸入性肺炎、空气栓塞等,发生率均极低^[2,25,47]。

推荐意见 8:(1)术前预防包括术前纠正凝血功能异常、CT 检查评估胃壁与腹壁关系。(2)严格无菌操作,规划穿刺路径避开大血管、实时 CT 检查监测造瘘器尖端位置;确保造瘘管与胃壁贴合,降低渗漏风险。(3)术后监测:术后密切观察是否渗漏,怀疑感染者需动态监测 C 反应蛋白、降钙素原等感染指标,每日检查造瘘管位置、通畅性及固定装置,定期消毒换药。(4)并发症分级处理:轻度(局部渗血或浅表感染)采用局部压迫和冰 0.9% 氯化钠溶液冲洗、浅表消毒或口服抗菌药物。中度(活动性出血或渗漏)采用止血药物、手术或介入栓塞止血、更换球囊或渗漏口修补。重度(脏器穿孔或坏死性感染)采用手术探查(腹腔镜或开放手术)+修补或清创。(赞同率 97.9%)

(八)术后营养支持管理

术前需进行全面营养评估,以此确定患者的营养状态与需求。术后依据评估结果,拟定详尽的营养支持计划,以保证患者能够摄入充足的营养物质,包括蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素以及矿物质等^[23]。对于大多数患者而言,标准的肠内营养制剂能满足其需求。应定期监测患者的营养状况与消化吸收情况,并根据监测结果适时调整营养支持计划。常见的监测指标涵盖体质量、血糖、电解质、血清蛋白等,有条件的医院可请营养团队、康复团队进行指导^[10,48-49]。与此同时,根据患者的恢复状况,逐步增加活动量,但需避免剧烈运动和过度劳累^[4,23]。应及时识别和处理术后营养支持引起的

不良反应(腹胀、腹泻、便秘等),以确保营养支持的顺利进行。此外,还需关注患者的心理状态,及时给予心理疏导,必要时心理科会诊指导,助力患者树立信心,积极配合治疗与康复^[16,39]。

推荐意见 9:根据患者的营养评估结果,制订个体化的肠内营养方案,定期监测并调整喂养策略,及时处理并发症,逐步增加活动量,并提供必要的心理支持。(赞同率 100.0%)

(九)胃造瘘管拔除时机及漏口管理

目前,关于胃造瘘管拔除时机和拔除后管理的研究数据有限。胃造瘘管的拔除或保留需根据患者的具体病情和治疗需求决定^[50-51]。对于拔除时机,临时性胃造瘘管通常用于短期解决进食问题。当患者的吞咽功能恢复、能够正常经口进食且营养状况稳定时,应考虑拔除胃造瘘管。永久性胃造瘘管则针对长期无法恢复经口进食的患者,当出现严重并发症或不再需要营养支持时应拔除。拔管前需仔细评估漏口的愈合潜力,包括但不限于漏口渗出情况、漏口大小、影像学检查结果、营养状况、基础疾病控制等,并选择合适的拔管时机,避免盲目操作。拔管过程中应轻柔操作,以减少对周围组织的损伤。拔管后需保持局部清洁干燥,定期更换敷料,预防感染。瘘道通常会在拔管后的几天内闭合,但某些情况下,可能出现持续的胃皮肤瘘,其主要原因包括长期留置管、局部感染和患者组织愈合能力差^[49],应加强局部护理、引流或手术干预。营养支持在漏口组织修复过程中发挥重要作用,对于较大漏口局部处理失败后可考虑手术清创、缝合或使用生物材料覆盖等促进漏口愈合,当发生感染时,需及时治疗以防止感染扩散和病情恶化。

推荐建议 10:当患者恢复正常吞咽功能且无需持续胃造瘘支持时,应考虑拔除造瘘管。拔管前应评估漏口情况,拔管后小漏口可自愈,大漏口或不愈合者需考虑使用生长因子或负压引流处理,发生出血或感染时应及时治疗。(赞同率 100.0%)

(十)经胃造瘘管给药

1项研究发现 59% 的患者存在用药交付错误,包括通过胃造瘘管给药前对药物剂型进行不当修改,如缓释片剂或胶囊、肠溶片、软明胶胶囊、细胞毒性和激素药物等剂型改变,且用药交付错误与造瘘管因堵塞需更换的风险增加显著相关^[52]。不同药物在胃中的吸收可能受多种因素影响^[53]。因此,选择经胃造瘘管给药时,应特别关注药物的溶解

度、稳定性以及 pH 值对其吸收的影响。胃内容物的残留和液体量也会影响药物的溶解速度和吸收效率。例如,高脂食物会延缓胃排空,从而影响部分药物的吸收^[54]。因此,在经胃造瘘管给药前,应适当控制患者饮食,优化药物吸收。同时,还应评估患者的胃排空功能,根据具体情况调整给药时间和方式,胃排空延迟可能导致药物在胃内停留时间过长,从而增加胃酸对药物的破坏^[55]。此外,患者的年龄、病情、合并症以及使用的其他药物也会影响其吸收^[56]。1项单中心 RCT 结果显示:空腹条件下,利鲁唑口服混悬液经胃内给药和口服给药具有生物等效性,这对于经皮胃造瘘的肌萎缩侧索硬化症患者而言,可能提供了一种重要的给药途径^[57]。

推荐建议 11: 在进行经胃造瘘管直接给药时,应避免用药交付错误,也需考虑药物的物理和化学性质、胃内容物、胃排空时间及患者的整体状况等因素,以确保药物的有效吸收和作用。(赞同率 100.0%)

(十一)家庭护理

家庭护理需要定期检查造瘘管是否堵塞、扭曲或移位。建议每日清洗造瘘口及周围皮肤,保持干燥,避免过度摩擦。使用无菌敷料覆盖造瘘口,并定期更换,观察是否有渗出液、红肿或疼痛等迹象,若发现敷料潮湿或污染,需立即更换。注意经造瘘管注入食物的时间、速度、量、温度和性状。初期应以流质或半流质饮食为主,每次少量慢慢注入,待适应后再逐渐增加,同时观察患者耐受情况,避免因急于增加食物量而导致胃肠不适。建议在营养科医师的指导下,根据自身营养状况进行个性化营养支持。家庭护理期间需家人和造瘘患者积极沟通,减轻焦虑和恐惧,增强信心和安全感。定期监测体温、心率和排便情况,注意是否有恶心、呕吐、腹痛或腹泻等症状,如发生上述情况,需及时记录并告知医师,必要时与医师讨论调整饮食或使用药物。

推荐意见 12: 患者及家属定期检查造瘘管,保持清洁干燥,并定期更换无菌敷料。饮食初期应以流质饮食为主,逐渐加量,注意观察患者耐受情况。在营养科医师指导下进行个性化营养支持。家庭护理时,应与患者保持沟通,减轻焦虑,定期监测体征,出现不适症状及时告知医师。(赞同率 100.0%)

三、结语

随着影像学技术和介入设备的持续进步,CT 引导下经皮胃造瘘术的操作精度与安全性提升,其

临床应用正从传统适应证(需长期营养支持且无法经口进食者)向更广泛领域拓展,如术后加速康复、慢性病营养管理及重症患者支持等。未来技术革新将聚焦多模态精准定位、生物相容性材料的研发及智能化固定装置的应用,以降低感染风险、减少造瘘管脱落率并提升患者舒适度。同时,基于个体化营养评估的动态管理策略将进一步完善。本共识整合国内外最新研究成果与临床经验,系统规范了 CT 引导下经皮胃造瘘术的适应证、操作流程及并发症防治策略,为临床医师提供标准化指导,并为患者术后家庭护理提供科学依据。通过持续推动技术创新、深化循证医学研究以及优化围手术期管理,CT 引导下经皮胃造瘘术有望成为长期营养支持领域的首选微创治疗手段,全面提升患者生命质量与临床效益。

《CT 引导下经皮胃造瘘术专家共识(2025 版)》编审委员会名单

顾问(按姓氏汉语拼音排序):

吴沛宏 中山大学肿瘤防治中心微创介入中心

余佩武 陆军军医大学第一附属医院普通外科

组长:

黄学全 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心

牟 珩 重庆松山医院介入科

罗小平 重庆医科大学第二附属医院放射科

委员(按姓氏汉语拼音排序):

安天志 贵州医科大学附属医院介入诊疗中心

曹 磊 四川省人民医院介入科

柴文晓 甘肃省人民医院介入放射科

陈尧勇 四川大学华西医院宜宾医院介入科

陈祖林 陆军军医大学第二附属医院普通外科

邓良于 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心

邓元明 重庆大学附属三峡医院介入中心

丁 荣 云南省肿瘤医院微创介入医学科

杜飞舟 中国人民解放军西部战区总医院放射科

杜可朴 郑州大学第一附属医院放射科

杜 松 陆军军医大学第一附属医院消化内科

段亮亮 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心

付 巍 桂林医学院附属医院核医学科

盖保东 吉林大学中日联谊医院胃肠结直肠外科

高 飞 中山大学肿瘤防治中心影像与微创介入中心

胡昌明 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心

胡效坤 青岛大学附属医院介入医学中心

黄 明 云南省肿瘤医院微创介入医学科

黄涛金 成都大学临床医学院附属医院肿瘤科

黄 勇 自贡市第四人民医院介入科

黄志成 吉林省肿瘤医院放射科
 寇 恪 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 李成利 山东第一医科大学附属省立医院放射科
 李豪胜 重庆市垫江县人民医院介入科
 李良山 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 李廷源 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 李 伟 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 李小军 重庆大学附属黔江中心医院放射介入中心
 李晓光 北京医院肿瘤微创治疗中心
 李晓明 陆军军医大学第一附属医院放射科
 李玉亮 山东大学第二医院(第二临床学院)介入医学科
 梁百武 达州市中西医结合医院肿瘤科
 梁清华 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 林征宇 福建医科大学附属第一医院介入治疗科
 刘 斌 山东大学第二医院(第二临床学院)介入医学科
 刘 畅 四川大学华西医院肿瘤中心
 刘鹤男 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 刘明洋 黑龙江省第二肿瘤医院肿瘤科
 刘士锋 青岛大学附属医院介入医学中心
 刘 亚 重庆市肿瘤医院肿瘤与血管介入科
 刘 颖 重庆医科大学附属巴南医院介入科
 柳 晨 北京大学肿瘤医院介入治疗科
 柳 明 山东第一医科大学附属省立医院放射科
 罗江平 重庆大学附属三峡医院介入中心
 齐小梅 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 乔鹏飞 哈尔滨医科大学附属第二医院普通外科
 秦 伟 遂宁市中心医院介入科
 邵海波 中国医科大学附属第一医院介入治疗科
 石荣书 遵义医科大学附属医院介入科
 首 峰 四川省简阳市人民医院肿瘤科
 唐 波 陆军军医大学第一附属医院普通外科
 唐 潘 成都医学院附属医院(成都市第二人民医院)
 超声科
 王黎洲 贵州医科大学附属医院介入诊疗中心
 王文辉 兰州大学第一医院介入医学科
 王 喆 大连大学附属中山医院肿瘤科
 王忠敏 上海交通大学医学院附属瑞金医院放射介入科
 肖越勇 中国人民解放军总医院第一医学中心放射科
 谢 坪 四川省人民医院介入科
 熊俊儒 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 熊坤林 陆军特色医学中心放射科
 熊 强 重庆医科大学附属儿童医院肝胆外科
 徐 健 空军军医大学西京医院介入科
 徐征国 陆军军医大学第二附属医院消化科
 许国辉 四川省肿瘤医院介入科
 尤 俊 厦门大学第一附属医院胃肠肿瘤外科
 严 伟 遵义医学院第七附属医院介入科
 杨海涛 重庆医科大学第一附属医院放射科
 杨仕海 重庆医科大学附属南川医院放射科

杨学刚 四川省肿瘤医院介入科
 叶 伦 中国人民解放军西部战区空军医院医学
 影像科
 游 箭 贵州省贵黔国际总医院介入科
 余国政 陕西省肿瘤医院微创介入科
 袁春旺 首都医科大学附属北京佑安医院肝病与肿瘤
 介入治疗中心
 袁 晶 陆军特色医学中心放射科
 曾晓刚 重庆市公共卫生中心胸外科 微创介入中心
 翟 博 上海交通大学医学院附属仁济医院肿瘤
 介入科
 张福君 中山大学肿瘤防治中心医院影像与微创介入
 中心
 张宏涛 河北省人民医院肿瘤科
 张 辉 陆军军医大学第一附属医院肝胆外科
 张景俊 简阳市人民医院肿瘤科
 张 齐 东南大学附属中大医院介入治疗中心
 张 肖 中国人民解放军总医院第一医学中心放射科
 赵泳冰 陆军军医大学第二附属医院消化内科
 周志刚 郑州大学第一附属医院放射科
 朱光宇 东南大学附属中大医院介入治疗中心
 朱海东 东南大学附属中大医院介入治疗中心
 朱 军 四川大学华西医院宜宾医院介入科

执笔:

何 闻 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 刘 丽 陆军军医大学第一附属医院微创介入中心
 刘 云 陆军特色医学中心肿瘤科

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Rahnemai-Azar AA, Rahnemaazar AA, Naghshizadian R, et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy: indications, technique, complications and management[J]. World J Gastroenterol, 2014, 20(24):7739-7751. DOI:10.3748/wjg.v20.i24.7739.
- [2] Chang-Ming H, Xiao-Mei Q, Li L, et al. Safety and efficacy of stoma site selection in CT-guided percutaneous gastrostomy: a retrospective analysis[J]. World J Surg Oncol, 2024, 22(1):45. DOI:10.1186/s12957-024-03323-7.
- [3] Sanchez RB, vanSonnenberg E, D'Agostino HB, et al. CT guidance for percutaneous gastrostomy and gastroenterostomy[J]. Radiology, 1992, 184(1):201-205. DOI:10.1148/radiology.184.1.1609080.
- [4] Ahmed Z, Iqbal U, Aziz M, et al. Outcomes and complications of radiological gastrostomy vs. percutaneous endoscopic gastrostomy for enteral feeding: an updated systematic review and meta-analysis[J]. Gastroenterology Res, 2023, 16(2):79-91. DOI:10.14740/gr1593.
- [5] Carlson SK, Bender CE, Classic KL, et al. Benefits and safety of CT fluoroscopy in interventional radiologic procedures [J]. Radiology, 2001, 219(2):515-520. DOI:10.1148/radiology.219.2.r01ma41515.

- [6] Yasin JT, Schuchardt PA, Atkins N, et al. CT-guided gastrostomy tube placement-a single center case series[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2020, 26(5):464-469. DOI: 10.5152/dir.2020.19471.
- [7] Partovi S, Li X, Moon E, et al. Image guided percutaneous gastrostomy catheter placement: how we do it safely and efficiently[J]. *World J Gastroenterol*, 2020, 26(4):383-392. DOI:10.3748/wjg.v26.i4.383.
- [8] Kumbhar SS, Plunk MR, Nikam R, et al. Complications of percutaneous gastrostomy and gastrojejunostomy tubes in children[J]. *Pediatr Radiol*, 2020, 50(3):404-414. DOI: 10.1007/s00247-019-04576-1.
- [9] Rohringer TJ, Gladkikh M, Yodying J, et al. Cone-beam computed tomography-assisted percutaneous gastrostomy tube insertion in children with challenging anatomy[J]. *Pediatr Radiol*, 2023, 53(5):963-970. DOI: 10.1007/s00247-023-05593-x.
- [10] Ai X, Zhang P, Xie X, et al. Efficacy and cost-effectiveness analysis of pretreatment percutaneous endoscopic gastrostomy in unresectable locally advanced esophageal cancer patients treated with concurrent chemoradiotherapy (GASTO 1059)[J]. *Cancer Med*, 2023, 12(14):15000-15010. DOI: 10.1002/cam4.6136.
- [11] Heberlein WE, Goodwin WJ, Wood CE, et al. Gastrostomy tube placement without nasogastric tube: a retrospective evaluation in 85 patients[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2012, 35(6):1433-1438. DOI:10.1007/s00270-011-0321-9.
- [12] Teichgräber UK, Streitparth F, Cho CH, et al. Percutaneous push-through gastrostomy by applying a CT-guided gastropexy[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2011, 22(8):1149-1152. DOI:10.1016/j.jvir.2011.02.037.
- [13] Du G, Liu F, Ma X, et al. Comparison between percutaneous endoscopic gastrostomy and nasogastric feeding in 160 patients with swallowing disturbances: a two-year follow-up study[J]. *Clin Interv Aging*, 2022, 17:1803-1810. DOI: 10.2147/CIA.S389891.
- [14] Chang WK, Huang HH, Lin HH, et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy versus nasogastric tube feeding: oropharyngeal dysphagia increases risk for pneumonia requiring hospital admission[J]. *Nutrients*, 2019, 11(12):2969. DOI:10.3390/nu11122969.
- [15] Jaafar MH, Mahadeva S, Tan KM, et al. Long-term nasogastric versus percutaneous endoscopic gastrostomy tube feeding in older asians with dysphagia: a pragmatic study [J]. *Nutr Clin Pract*, 2019, 34(2):280-289. DOI: 10.1002/ncp.10195.
- [16] Albrecht H, Hagel AF, Schlechtweg P, et al. Computed tomography-guided percutaneous gastrostomy/jejunostomy for feeding and decompression[J]. *Nutr Clin Pract*, 2017, 32(2): 212-218. DOI:10.1177/0884533616653806.
- [17] Canaz E, Sehouli J, Gebauer B, et al. CT Fluoroscopy-guided percutaneous gastrostomy in the palliative management of advanced and relapsed ovarian cancer: the charité experiences and a review of the literature[J]. *Cancers (Basel)*, 2023, 15(18):4540. DOI:10.3390/cancers15184540.
- [18] Tae CH, Lee JY, Joo MK, et al. Clinical practice guidelines for percutaneous endoscopic gastrostomy[J]. *Clin Endosc*, 2023, 56(4):391-408. DOI:10.5946/ce.2023.062.
- [19] Norton B, Homer-Ward M, Donnelly MT, et al. A randomised prospective comparison of percutaneous endoscopic gastrostomy and nasogastric tube feeding after acute dysphagic stroke[J]. *BMJ*, 1996, 312(7022):13-16. DOI:10.1136/bmj.312.7022.13.
- [20] Hamidon BB, Abdullah SA, Zawawi MF, et al. A prospective comparison of percutaneous endoscopic gastrostomy and nasogastric tube feeding in patients with acute dysphagic stroke[J]. *Med J Malaysia*, 2006, 61(1):59-66.
- [21] Kawashima K, Adachi K, Onishi K, et al. Usefulness of computed tomography with air insufflation of the stomach prior to percutaneous endoscopic gastrostomy procedure [J]. *J Clin Biochem Nutr*, 2016, 58(3): 246-250. DOI: 10.3164/jcbn.15-145.
- [22] Spelsberg FW, Hoffmann RT, Lang RA, et al. CT fluoroscopy guided percutaneous gastrostomy or jejunostomy without (CT-PG/PJ) or with simultaneous endoscopy (CT-PEG/PEJ) in otherwise untreatable patients[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(4):1186-1195. DOI:10.1007/s00464-012-2574-z.
- [23] Tamura A, Kato K, Suzuki M, et al. CT-guided percutaneous radiologic gastrostomy for patients with head and neck cancer: a retrospective evaluation in 177 patients[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2016, 39(2):271-278. DOI:10.1007/s00270-015-1170-8.
- [24] Gottschalk A, Strotzer M, Feuerbach S, et al. CT-guided percutaneous gastrostomy: success rate, early and late complications[J]. *Rofo*, 2007, 179(4):387-395. DOI:10.1055/s-2007-962863.
- [25] Jiang XY, Bertrand AS, Li G, et al. CT-guided percutaneous gastrostomy without preliminary placement of a nasogastric tube[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2019, 30(6):915-917. DOI: 10.1016/j.jvir.2018.08.014.
- [26] Petsas T, Kraniotis P, Spyropoulos C, et al. The role of CT-guided percutaneous gastrostomy in patients with clinically severe obesity presenting with complications after bariatric surgery[J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2010, 20(5):299-305. DOI:10.1097/SLE.0b013e3181f333f8.
- [27] 杜可朴,何玉成,娄小飞,等.计算机断层扫描引导下胃造瘘术与内镜胃造瘘术成功率和安全性对比研究[J].中华消化杂志,2023,23(2):102-106. DOI:10.3760/cma.j.cn311367-20221206-00605.
- [28] Brown S, McHugh K, Ledermann S, et al. CT findings in gastrocolic fistula following percutaneous endoscopic gastrostomy[J]. *Pediatr Radiol*, 2007, 37(2): 229-231. DOI: 10.1007/s00247-006-0373-1.
- [29] Yuan Y, Zhao Y, Xie T, et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy versus percutaneous radiological gastrostomy for swallowing disturbances[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 2(2):CD009198. DOI: 10.1002/14651858.CD009198.pub2.
- [30] Accorsi F, Chung J, Mujoomdar A, et al. Percutaneous ultrasound gastrostomy (PUG): first prospective clinical trial [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2021, 46(11):5377-5385. DOI:10.1007/s00261-021-03200-x.
- [31] Segger L, Auer TA, Fleckenstein FN, et al. CT fluoroscopy-guided percutaneous gastrostomy (CT-PG)-a single center experience in 233 patients[J]. *Eur J Radiol*, 2022, 152: 110333. DOI:10.1016/j.ejrad.2022.110333.
- [32] Shah I, Bhurwal A, Mehta H, et al. Trends and outcomes of percutaneous endoscopic gastrostomy in hospitalized patients with malignant and nonmalignant ascites: a nationwide population study[J]. *Ann Gastroenterol*, 2020, 33(6):

- 656-660. DOI:10.20524/aog.2020.0531.
- [33] O'Connor OJ, Diver E, McDermott S, et al. Palliative gastrostomy in the setting of voluminous ascites[J]. *J Palliat Med*, 2014, 17(7):811-821. DOI:10.1089/jpm.2013.0397.
- [34] Vogt W, Messmann H, Lock G, et al. CT-guided percutaneous endoscopic gastrostomy: a successful method if transillumination is not possible[J]. *Dtsch Med Wochenschr*, 1996, 121(12):359-363. DOI:10.1055/s-2008-1043012.
- [35] Gutjahr CJ, Iverson EP, Walker ST, et al. Utility of pre-procedural CT and abdominal radiography before percutaneous radiologic gastrostomy placement[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2020, 45(2):571-575. DOI:10.1007/s00261-019-02352-1.
- [36] Tyng CJ, Santos E, Guerra L, et al. Computed tomography-guided percutaneous gastrostomy: initial experience at a cancer center[J]. *Radiol Bras*, 2017, 50(2):109-114. DOI:10.1590/0100-3984.2015.0219.
- [37] Möhlenbruch M, Nelles M, Thomas D, et al. Cone-beam computed tomography-guided percutaneous radiologic gastrostomy[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2010, 33(2):315-320. DOI:10.1007/s00270-009-9641-4.
- [38] Venkatesan AM, Kundu S, Sacks D, et al. Practice guidelines for adult antibiotic prophylaxis during vascular and interventional radiology procedures. Written by the Standards of Practice Committee for the Society of Interventional Radiology and Endorsed by the Cardiovascular Interventional Radiological Society of Europe and Canadian Interventional Radiology Association [corrected][J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2010, 21(11):1611-1630; quiz 1631. DOI:10.1016/j.jvir.2010.07.018.
- [39] Spies JB, Rosen RJ, Lebowitz AS. Antibiotic prophylaxis in vascular and interventional radiology: a rational approach [J]. *Radiology*, 1988, 166(2):381-387. DOI:10.1148/radiology.166.2.3275979.
- [40] Ryan JM, Ryan BM, Smith TP. Antibiotic prophylaxis in interventional radiology[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2004, 15(6):547-556. DOI:10.1097/01.rvi.000024942.58200.5e.
- [41] Stenberg K, Eriksson A, Odensten C, et al. Mortality and complications after percutaneous endoscopic gastrostomy: a retrospective multicentre study[J]. *BMC Gastroenterol*, 2022, 22(1):361. DOI:10.1186/s12876-022-02429-0.
- [42] Lowe AS, Laasch HU, Stephenson S, et al. Multicentre survey of radiologically inserted gastrostomy feeding tube (RIG) in the UK[J]. *Clin Radiol*, 2012, 67(9):843-854. DOI:10.1016/j.crad.2012.01.014.
- [43] Qi Xiaomei, Hu Changming, Li Liu, et al. A comparative analysis of transhepatic cardia-gastric fundus puncture vs. gastric body puncture for insufflation for CT-guided percutaneous gastrostomy[J]. *Eur J Med Res*, 2025(2025-03-10). DOI:10.1186/s40001-025-02426-5. [published online ahead of print].
- [44] de Bucourt M, Collettini F, Althoff C, et al. CT fluoroscopy-guided percutaneous gastrostomy with loop gastropexy and peel-away sheath trocar technique in 31 amyotrophic lateral sclerosis patients[J]. *Acta Radiol*, 2012, 53(3):285-291. DOI:10.1258/ar.2011.110662.
- [45] Covarrubias DA, O'Connor OJ, McDermott S, et al. Radiologic percutaneous gastrostomy: review of potential complications and approach to managing the unexpected outcome[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2013, 200(4):921-931. DOI:10.2214/AJR.11.7804.
- [46] Silas AM, Pearce LF, Lestina LS, et al. Percutaneous radiologic gastrostomy versus percutaneous endoscopic gastrostomy: a comparison of indications, complications and outcomes in 370 patients[J]. *Eur J Radiol*, 2005, 56(1):84-90. DOI:10.1016/j.ejrad.2005.02.007.
- [47] Mohd Said MR, Abdul Rani R, Raja Ali RA, et al. Abdominal wall necrotising fasciitis: a rare but devastating complication of the percutaneous endoscopic gastrostomy procedure[J]. *Med J Malaysia*, 2017, 72(1):77-79.
- [48] Suh CR, Kim W, Eun BL, et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy and nutritional interventions by the pediatric nutritional support team improve the nutritional status of neurologically impaired children[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(10):3295. DOI:10.3390/jcm9103295.
- [49] Zhou F, Gao YL, Liu ZJ, et al. Therapeutic efficacy of nutritional support by percutaneous endoscopic gastrostomy in critically ill patients: a self-control clinical trial[J]. *Pak J Med Sci*, 2017, 33(1):75-80. DOI:10.12669/pjms.331.11627.
- [50] Fugazza A, Capogreco A, Cappello A, et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy and jejunostomy: indications and techniques[J]. *World J Gastrointest Endosc*, 2022, 14(5):250-266. DOI:10.4253/wjge.v14.i5.250.
- [51] Khdaire Ahmad F, Younes D, Al Darwish MB, et al. Safety and outcomes of percutaneous endoscopic gastrostomy tubes in children[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2020, 38:160-164. DOI:10.1016/j.clnesp.2020.05.011.
- [52] García González D, Martín-Suárez A, Salvador Sánchez JJ, et al. Medication delivery errors in outpatients with percutaneous endoscopic gastrostomy: effect on tube feeding replacement[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1):21727. DOI:10.1038/s41598-023-48629-w.
- [53] Dressman JB, Reppas C. In vitro-in vivo correlations for lipophilic, poorly water-soluble drugs[J]. *Eur J Pharm Sci*, 2000, 11(Suppl 2):S73-S80. DOI:10.1016/s0928-0987(00)00181-0.
- [54] Singh BN. Effects of food on clinical pharmacokinetics[J]. *Clin Pharmacokinet*, 1999, 37(3):213-255. DOI:10.2165/00003088-199937030-00003.
- [55] Heading RC, Nimmo J, Prescott LF, et al. The dependence of paracetamol absorption on the rate of gastric emptying [J]. *Br J Pharmacol*, 1973, 47(2):415-421. DOI:10.1111/j.1476-5381.1973.tb08339.x.
- [56] Cusack BJ. Pharmacokinetics in older persons[J]. *Am J Geriatr Pharmacother*, 2004, 2(4):274-302. DOI:10.1016/j.amjopharm.2004.12.005.
- [57] Brooks BR, Bettica P, Cazzaniga S. Riluzole oral suspension: bioavailability following percutaneous gastrostomy tube-mediated administration versus direct oral administration [J]. *Clin Ther*, 2019, 41(12):2490-2499. DOI:10.1016/j.clinthera.2019.09.016.