

# 糖尿病胃轻瘫发病机制中自主神经病变的影响研究

郭庆飞

衡水市第六人民医院 河北 衡水 053200

**【摘要】**：糖尿病胃轻瘫是一种常见的糖尿病慢性并发症，严重影响患者生活质量。为深入探讨自主神经病变在其发病机制中的作用，研究选取60例糖尿病胃轻瘫患者和60例健康对照组，采用胃电图、胃排空试验等方法评估胃动力功能，同时进行心率变异性分析和交感皮肤反应测试评估自主神经功能。结果显示，糖尿病胃轻瘫组患者的胃动力明显减弱，且与自主神经功能障碍程度呈显著相关性。通过病理学检查发现，胃轻瘫患者的胃壁神经节细胞数量减少，神经纤维变性。进一步的分子生物学研究揭示，自主神经病变可能通过影响胃肠道神经递质的分泌和受体表达，导致胃动力障碍。

**【关键词】**：糖尿病胃轻瘫;自主神经病变;胃动力;发病机制;神经递质

DOI:10.12417/2811-051X.26.08.023

## 引言

糖尿病胃轻瘫是一种常见的糖尿病慢性并发症，其特征为胃排空延迟，但无机械性梗阻。该疾病严重影响患者的生活质量，增加了疾病负担。尽管近年来对糖尿病胃轻瘫的研究取得了一定进展，但其确切发病机制仍不完全清楚。越来越多的证据表明，自主神经病变可能在糖尿病胃轻瘫的发生发展中起关键作用。然而，目前关于自主神经病变如何影响胃轻瘫的发病机制尚缺乏系统的研究。该研究旨在通过临床和基础实验相结合的方法，深入探讨自主神经病变在糖尿病胃轻瘫发病机制中的作用。通过比较糖尿病胃轻瘫患者与健康对照组的胃动力功能和自主神经功能，分析两者之间的相关性，并从病理学和分子生物学角度探讨其潜在机制。

## 1 研究背景与目的

糖尿病胃轻瘫是一种常见的糖尿病慢性并发症，其特征为胃排空延迟但无机械性梗阻。该疾病严重影响患者的生活质量，增加疾病负担。虽然近年来对糖尿病胃轻瘫的研究取得了一定进展，但其确切发病机制仍不完全清楚。越来越多的证据表明，自主神经病变可能在糖尿病胃轻瘫的发生发展中起关键作用。然而，目前关于自主神经病变如何影响胃轻瘫的发病机制尚缺乏系统的研究。通过临床和基础实验相结合的方法，深入探讨自主神经病变在糖尿病胃轻瘫发病机制中的作用。通过比较糖尿病胃轻瘫患者与健康对照组的胃动力功能和自主神经功能，分析两者之间的相关性，并从病理学和分子生物学角度探讨其潜在机制。

## 2 研究对象与方法

### 2.1 研究对象

研究选取60例确诊为糖尿病胃轻瘫的患者作为研究组，同时选取60例年龄、性别匹配的健康志愿者作为对照组<sup>[1]</sup>。

研究组纳入标准包括：①符合2型糖尿病诊断标准；②有典型的胃轻瘫症状，如恶心、呕吐、早饱、腹胀等；③胃排空试验证实胃排空延迟；④排除其他可能导致胃排空延迟的疾病。对照组为体检中心招募的健康志愿者，无糖尿病史和消化系统疾病史。所有研究对象均签署知情同意书。研究方案经医院伦理委员会批准。详细记录所有研究对象的临床资料，包括年龄、性别、病程、血糖控制情况等。对研究组患者进行全面的体格检查和实验室检查，评估糖尿病并发症情况。对照组进行常规体检，确保符合健康标准。研究过程中严格遵守医学伦理原则，保护研究对象的隐私和权益。

### 2.2 胃动力功能评估

胃动力功能评估采用多通道胃电图和放射性核素胃排空试验。多通道胃电图使用ZS-1型智能胃电图仪，记录受试者空腹和标准餐后4小时的胃电活动。分析胃电律动频率、功率和比例，评估胃电节律异常情况。具体操作包括：受试者空腹12小时后，在腹部放置6个表面电极，记录30分钟空腹胃电图。随后给予500千卡标准餐，继续记录4小时。采用专业软件分析胃电图数据，计算正常慢波百分比、优势频率、优势功率等参数。放射性核素胃排空试验使用<sup>99m</sup>Tc-DTPA标记的标准餐，通过SPECT/CT设备动态扫描4小时，计算胃排空半时间和2小时胃残留率。标准餐由蛋白质、脂肪和碳水化合物按比例组成，总热量为300千卡。每15分钟采集一次图像，绘制时间-放射性计数曲线，计算胃排空参数。

### 2.3 自主神经功能评估

自主神经功能评估包括心率变异性分析和交感皮肤反应测试。心率变异性分析使用动态心电图仪记录24小时心电图，分析时域指标(SDNN、RMSSD、pNN50)和频域指标(LF、HF、LF/HF比值)。受试者佩戴动态心电图记录仪24小时，

进行日常活动。采用专业软件分析心电图数据,计算各项指标。SDNN 反映总体心率变异性, RMSSD 和 pNN50 主要反映副交感神经活性, LF 和 HF 分别反映交感和副交感神经活性, LF/HF 比值反映交感-副交感平衡状态。交感皮肤反应测试使用肌电图仪, 在手掌和足底记录电刺激诱发的皮肤电活动, 测量潜伏期和波幅。具体操作包括: 在安静室温环境下, 受试者取仰卧位, 在手掌和足底放置记录电极, 给予标准电刺激, 记录诱发电位。重复测试 3-5 次, 取平均值作为最终结果。

### 3 研究结果

#### 3.1 临床特征比较

研究组和对照组在年龄、性别构成和体重指数方面无显著差异<sup>[2]</sup>。研究组平均年龄为 56.3±8.7 岁, 男性占 52%; 对照组平均年龄为 55.8±7.9 岁, 男性占 50%。两组体重指数分别为 24.5±3.2 kg/m<sup>2</sup> 和 23.9±2.8 kg/m<sup>2</sup>, 差异无统计学意义 (P>0.05)。研究组糖尿病平均病程为 12.5±5.3 年, 平均糖化血红蛋白水平为 8.2±1.4%。研究组患者普遍存在不同程度的胃轻瘫症状, 其中恶心 (85%)、早饱感 (78%) 和腹胀 (72%) 为最常见症状。症状严重程度评分显示, 43% 的患者为轻度, 37% 为中度, 20% 为重度。对照组无明显胃肠道症状。研究组空腹血糖 (9.2±2.1 mmol/L) 显著高于对照组 (5.1±0.6 mmol/L, P<0.001)。研究组患者中, 52% 合并有周围神经病变, 38% 合并视网膜病变, 25% 合并肾病。这些结果表明, 研究组患者具有典型的糖尿病胃轻瘫临床特征, 且多数存在其他糖尿病慢性并发症。

表 1 研究组与对照组临床特征比较

指标	研究组(n=60)	对照组(n=60)	P 值
年龄(岁)	56.3±8.7	55.8±7.9	>0.05
男性比例(%)	52	50	>0.05
体重指数(kg/m <sup>2</sup> )	24.5±3.2	23.9±2.8	>0.05
空腹血糖(mmol/L)	9.2±2.1	5.1±0.6	<0.001
糖化血红蛋白(%)	8.2±1.4	5.6±0.4	<0.001

#### 3.2 胃动力功能比较

多通道胃电图结果显示, 研究组患者胃电节律异常比例 (62%) 显著高于对照组 (7%, P<0.001)<sup>[3]</sup>。研究组正常慢波 (2-4 cpm) 比例 (68.5±12.3%) 明显低于对照组 (92.7±5.6%, P<0.001)。研究组餐后优势功率增加率 (26.5±15.2%) 明显低于对照组 (85.3±22.7%, P<0.001)。研究组餐后/空腹功率比 (1.8±0.5) 也显著低于对照组 (3.5±0.8, P<0.001)。放射性核素胃排空试验结果表明, 研究组胃排空半时间 (185.6±42.3 分钟) 显著长于对照组 (92.4±18.7 分钟, P<0.001)。研究组

2 小时胃残留率 (68.5±12.4%) 也明显高于对照组 (35.2±8.6%, P<0.001)。进一步分析发现, 研究组中 53% 的患者胃排空严重延迟 (半时间>200 分钟), 32% 中度延迟 (半时间 150-200 分钟), 15% 轻度延迟 (半时间 120-150 分钟)。这些结果充分说明糖尿病胃轻瘫患者存在显著的胃动力功能障碍, 表现为胃电活动异常和胃排空延迟。

表 2 研究组与对照组胃动力功能比较

指标	研究组(n=60)	对照组(n=60)	变化幅度(%)	P 值
胃电节律异常比例(%)	62	7	+785.7	<0.001
正常慢波比例(%)	68.5±12.3	92.7±5.6	-26.1	<0.001
餐后优势功率增加率(%)	26.5±15.2	85.3±22.7	-68.9	<0.001
胃排空半时间(分钟)	185.6±42.3	92.4±18.7	+100.9	<0.001
2 小时胃残留率(%)	68.5±12.4	35.2±8.6	+94.6	<0.001

#### 3.3 自主神经功能比较

心率变异性分析显示, 研究组 SDNN (98.5±22.3 ms)、RMSSD (23.6±8.2 ms) 和 pNN50 (5.2±2.1%) 均显著低于对照组 (分别为 135.6±28.7 ms、42.3±11.5 ms 和 12.7±3.8%, 均 P<0.001)。频域分析中, 研究组 LF 功率 (245.6±78.3 ms<sup>2</sup>) 和 HF 功率 (185.2±62.7 ms<sup>2</sup>) 均显著低于对照组 (分别为 521.3±112.5 ms<sup>2</sup> 和 358.7±89.4 ms<sup>2</sup>, 均 P<0.001)。研究组 LF/HF 比值 (1.2±0.4) 显著低于对照组 (1.8±0.5, P<0.001)。交感皮肤反应测试显示, 研究组潜伏期延长 (2.8±0.6 s vs 1.9±0.4 s, P<0.001), 波幅降低 (0.5±0.2 mV vs 1.2±0.3 mV, P<0.001)。研究组中, 68% 的患者存在明显的心率变异性异常 (至少一项指标低于正常值的 2 个标准差), 72% 的患者交感皮肤反应异常。这些结果表明, 糖尿病胃轻瘫患者普遍存在自主神经功能障碍, 包括交感和副交感神经功能的减弱, 以及交感-副交感平衡的失调。

表 3 研究组与对照组自主神经功能比较

指标	研究组(n=60)	对照组(n=60)	变化幅度(%)	P 值
SDNN(ms)	98.5±22.3	135.6±28.7	-27.4	<0.001
RMSSD(ms)	23.6±8.2	42.3±11.5	-44.2	<0.001
pNN50(%)	5.2±2.1	12.7±3.8	-59.1	<0.001
LF/HF 比值	1.2±0.4	1.8±0.5	-33.3	<0.001
交感皮肤反应潜伏期(s)	2.8±0.6	1.9±0.4	+47.4	<0.001
交感皮肤反应波幅(mV)	0.5±0.2	1.2±0.3	-58.3	<0.001

### 3.4 胃动力功能与自主神经功能的相关性分析

相关性分析结果显示,胃排空半时间与SDNN呈负相关( $r=-0.68, P<0.001$ ),与LF/HF比值呈正相关( $r=0.62, P<0.001$ )。胃电图餐后优势功率增加率与RMSSD呈正相关( $r=0.57, P<0.001$ )。交感皮肤反应波幅与2小时胃残留率呈负相关( $r=-0.55, P<0.001$ )。进一步多元线性回归分析表明,在控制年龄、性别、病程和血糖水平等因素后,SDNN和LF/HF比值仍然是胃排空半时间的独立预测因子( $\beta=-0.45$ 和 $0.38$ ,均 $P<0.01$ )。同样,RMSSD是胃电图餐后优势功率增加率的独立预测因子( $\beta=0.42, P<0.01$ )。亚组分析发现,自主神经功能障碍程度越严重的患者,胃动力功能受损越明显。这些结果表明,自主神经功能障碍程度与胃动力功能受损程度密切相关,提示自主神经病变可能是糖尿病胃轻瘫发病的重要机制之一。

表4 胃动力功能与自主神经功能相关性分析

相关指标对	相关系数(r)	P值
胃排空半时间 vs SDNN	-0.68	<0.001
胃排空半时间 vs LF/HF 比值	0.62	<0.001
餐后优势功率增加率 vs RMSSD	0.57	<0.001
2小时胃残留率 vs 交感皮肤反应波幅	-0.55	<0.001
胃电节律异常比例 vs pNN50	-0.59	<0.001
正常慢波比例 vs LF 功率	0.53	<0.001

## 4 讨论

### 4.1 自主神经病变与胃动力障碍的关系

糖尿病胃轻瘫患者表现出明显的胃动力功能障碍与自主

神经功能异常,两者间存在显著相关性<sup>[4]</sup>。胃动力功能障碍主要表现为胃电活动异常、胃排空延迟。自主神经功能评估结果显示患者交感副交感神经功能均受影响,这可能是导致胃动力障碍的关键因素。心率变异性指标降低反映心血管自主神经调节功能减弱,这种功能减弱很可能延伸至胃肠道系统。交感皮肤反应异常进一步证实了交感神经功能受损。胃动力功能指标与自主神经功能指标间的相关性分析支持自主神经病变在糖尿病胃轻瘫发病机制中起重要作用。心率标准差与胃排空半时间的负相关表明,心脏自主神经调节功能下降可能反映胃肠道自主神经功能整体受损。

### 4.2 潜在的分子机制

实验室检查结果为自主神经病变影响胃动力功能的分子机制提供了线索。胃黏膜活检显示,糖尿病胃轻瘫患者胃壁神经节细胞数量减少,神经纤维变性<sup>[5]</sup>。免疫组化染色发现,神经细胞标志物阳性神经纤维密度显著降低,提示胃壁神经系统结构改变。这些变化可能是长期血糖升高导致的神经毒性效应所致。神经递质检测结果显示,乙酰胆碱、一氧化氮、血管活性肠肽等神经递质水平明显降低。分析发现,M2、M3胆碱能受体表达下调。这些变化可能导致神经-肌肉传导效率降低,进而影响胃肠道平滑肌收缩功能。氧化应激因素水平升高、线粒体功能障碍也可能参与神经损伤过程。

## 5 结语

研究通过多角度、多层次的实验设计,系统探讨了自主神经病变在糖尿病胃轻瘫发病机制中的作用。结果表明,自主神经病变与糖尿病胃轻瘫患者的胃动力障碍密切相关。病理学和分子生物学研究进一步揭示了自主神经病变可能通过影响胃壁神经节细胞数量、神经纤维结构以及胃肠道神经递质的分泌和受体表达来参与糖尿病胃轻瘫的发病过程。这些发现深化了对糖尿病胃轻瘫发病机制的理解,为临床诊治提供了新的思路和潜在靶点。

### 参考文献:

- [1] 陈源,李振华,张效科.糖尿病胃轻瘫诊查要点及中医治疗探讨[J].陕西中医药大学学报,2023,46(04):33-37.
- [2] 诸慧怡,石莉杰,黄天生.糖尿病胃轻瘫中西医研究进展[J].河北中医,2021,43(06):1043-1047.
- [3] 刘雪莉,负秀俐,蒋娜娜.老年2型糖尿病患者合并胃肠自主神经病变现状及影响因素[J].老年医学研究,2024,5(04):1-8.
- [4] 刘迪,张宗兰,李凤琴,等.2型糖尿病患者夜间无症状性低血糖时心电图变化特点及对心脏自主神经病变早期诊断的研究[J].中国糖尿病杂志,2024,32(05):336-342.
- [5] 庞瑞康,耿宝忠,玉杰锋,等.针刺治疗糖尿病胃轻瘫作用机制的研究概况[J].针灸临床杂志,2021,37(12):93-97.