·论　　著·

腹膜透析患者症状群网络分析

杨广艺[1,2]，张梅[3]，陈贞敏[4]，李思颖[2]，罗婷[2]，杨敏[2]

摘要：目的 构建腹膜透析患者的症状负担网络，识别核心症状和桥梁症状，为精准化症状管理提供参考依据。**方法** 2024 年 10 月至 2025 年 5 月选择在中国东部、西部、南部、北部 4 个地区共 6 所医院腹膜透析中心就诊的 754 例腹膜透析患者，使用一般资料调查表及透析症状指数量表进行调查，通过探索性因子分析进行症状聚类，采用 R4.5.1 软件构建症状负担网络并分析中心性指标。**结果** 发生率排名前 3 的症状依次为紧张(77.3%)、焦虑(75.3%)、伤心(73.2%)；困扰度排名前 3 的症状依次为疲惫、焦虑、伤心。探索性因子分析共提取 5 个症状群。网络分析显示，下肢肿胀(r_s=2.624)、疲惫(r_s=1.272)、焦虑(r_s=1.126)是节点强度和预期影响排名前 3 的核心症状；桥梁强度排名前 3 的症状为入睡困难(r_{bs}=0.410)、下肢肿胀(r_{bs}=0.409)、食欲下降(r_{bs}=0.297)；肌肉酸痛在紧密度与中介度指标上表现突出，被认定为连接不同节点的关键症状。**结论** 腹膜透析患者存在多重症状负担。下肢肿胀、疲惫、焦虑作为核心症状应优先干预；入睡困难、下肢肿胀、食欲下降作为桥梁症状需警惕其跨群传导作用；肌肉酸痛作为关键症状是连接多症状群的重要通路。临床可根据症状在网络中的角色差异采取分层管理策略，提升症状管理的精准性与整体效能。

关键词：腹膜透析；　症状群；　下肢肿胀；　疲惫；　焦虑；　入睡困难；　食欲下降；　网络分析

中图分类号：R473.5；R459.5　　**DOI：**10.3870/j.issn.1001-4152.2026.18.061

Network analysis on symptom clusters in peritoneal dialysis patients

Yang Guangyi, Zhang Mei, Chen Zhenmin, Li Siying, Luo Ting, Yang Min. Digestive Endoscopy Center of Shandong Medical and Pharmaceutical University Hospital, Binzhou 256603, China

Abstract: Objective To construct a symptom burden network for patients undergoing peritoneal dialysis, identify core symptoms and bridge symptoms, and provide a reference for precision symptom management. **Methods** From October 2024 to May 2025, a total of 754 patients undergoing peritoneal dialysis were recruited from six dialysis centers located in eastern, western, southern, and northern China. Data were collected using a general information questionnaire and the Dialysis Symptom Index. Symptom clustering was performed using exploratory factor analysis (EFA). A symptom burden network was constructed using R software(version 4.5.1), and centrality indices were analyzed. **Results** The three most prevalent symptoms were nervousness(77.3%), anxiety(75.3%), and sadness(73.2%). The three symptoms causing the greatest distress were fatigue, anxiety, and sadness. Five distinct symptom clusters were extracted via EFA. Network analysis revealed that lower limb swelling(r_s=2.624), fatigue(r_s=1.272), and anxiety(r_s=1.126) were the top three core symptoms in terms of node strength and expected influence; the three symptoms with the highest bridge strength were difficulty falling asleep(r_{bs}=0.410), lower limb swelling(r_{bs}=0.409), and decreased appetite (r_{bs}=0.297). Muscle soreness stood out in terms of closeness and betweenness centrality, identifying it as a key symptom linking different clusters. **Conclusion** Patients on peritoneal dialysis experience multiple concurrent symptoms that form complex interconnections. As core symptoms, lower extremity swelling, fatigue, and anxiety warrant priority in clinical interventions. Difficulty falling asleep, lower extremity swelling, and poor appetite should be addressed with attention to their cross-cluster transmission effects. Muscle soreness, as a key symptom, represents an important pathway connecting various symptom clusters. A tiered management strategy based on the distinct roles of symptoms within the network may enhance the precision and overall effectiveness of symptom management.

Keywords: peritoneal dialysis patients; symptom clusters; lower limb swelling; fatigue; anxiety; difficulty falling asleep; decreased appetite; network analysis

腹膜透析是终末期肾病患者重要的肾脏替代治疗方式之一，因其具有血流动力学稳定、治疗成本较低、便于居家实施以及有助于保护残余肾功能等优势，已在临床实践中逐渐成为首选方案之一[1]。然而有研究表明，腹膜透析患者普遍存在疲乏、瘙痒、口干、皮肤干燥及焦虑等一系列生理与心理症状[2-3]，使其生活质量严重受损。这些症状常以“群”的形式出现，彼此关联，构成症状群[4-5]。因此，精准识别症状群及核心症状是优化症状管理和制订个性化干预措

作者单位：1. 山东医药大学附属医院消化内镜中心(山东 滨州，256603)；2. 山东医药大学护理学院；3. 山东医药大学附属医院血液透析科；4. 山东医药大学附属医院肾内科
通信作者：杨敏，yangmin@sdmpu.edu.cn
杨广艺：男，硕士，护师，yanggy15666490230@163.com
科研项目：2023 年教育部产学合作协同育人项目(230704812744O9)
收稿：2026-03-15；修回：2026-06-17

施的关键所在。网络分析方法通过探究症状间的相互关系识别核心症状、症状群、桥梁症状[6]，分析各个症状群紧密连接的机制，从而有针对性地对患者症状群进行管理。目前关于腹膜患者透析症状群的研究[4-5]中，研究对象的来源较为局限且样本量较小，研究结论推广的普适性和可信度较低。鉴于此，本研究基于多中心大样本数据和网络分析的方法，构建腹膜透析患者透析症状负担网络，识别其核心症状、症状群以及桥梁症状，为临床医护人员制订症状管理策略提供指导。

1　资料与方法

1.1　一般资料　采用多中心横断面研究设计。于2024年10月至2025年5月，采用便利抽样法选取中国东部、西部、南部、北部6所医院腹膜透析中心（滨州市2所、兰州市1所、宁波市1所、长春市1所、遂宁市1所）就诊的腹膜透析患者作为研究对象。纳入标准为：①符合终末期肾病诊断标准；②接受规律腹膜透析治疗≥3个月；③知情同意并自愿参与。排除标准：①患有痴呆或存在严重认知功能障碍；②并存严重心、肝、肺等脏器疾病或恶性肿瘤；③目前正在联合进行血液透析治疗；④存在言语或沟通障碍，无法完成调查。网络分析样本量估计根据公式 $N+[N\times(N-1)/2]$[7]计算，其中N为症状数目，本研究列入的症状数目为30，考虑10%无效应答，因此计算所需样本量最少为517。另外，网络分析样本量还需根据稳定性等指标进行考量，样本量越大，分析结果的可靠性越强[8]。本研究最终纳入研究对象754例，其中男420例，女334例。年龄：<18岁9例，18～<40岁174例，40～<60岁336例，≥60岁235例。婚姻状况：未婚96例，已婚583例，离异49例，丧偶26例。居住地：城市413例，县镇177例，农村164例。文化程度：小学及以下114例，初中243例，高中或中专182例，大专及以上215例。家庭人均月收入：<2 000元266例，2 000～<3 000元155例，3 000～4 000元153例，>4 000元180例。透析时间：<24个月223例，24～48个月263例，>48个月268例。本研究方案已通过山东医药大学附属医院伦理委员会审查批准（2025032710260000125761）。

1.2　研究工具

1.2.1　一般资料调查表　由研究者基于文献回顾自行设计，用于收集人口学及临床资料，具体包括：性别、年龄、婚姻状况、居住地、受教育程度、家庭人均月收入、医疗保险类型、腹膜透析时间等。

1.2.2　中文版透析症状指数量表（Dialysis Symptom Index，DSI）　该量表由美国学者Weisbord等[9]于2004年研发，用于评估透析患者症状负担。本研究采用郝艳华[10]2016年汉化并修订的中文版本。该量表共包含30个症状条目，评估患者过去1周内症状的发生情况及其严重程度。各条目首先调查症状是否存在（“无”计0分，“有”计1分）；若存在，则进一步采用Likert 5级评分法评估其严重程度（0分表示“毫无困扰”，4分表示“极度困扰”）。量表总分为0至120分，得分越高表明症状负担越重。中文版DSI的Cronbach′s α系数为0.934[10]，本研究中为0.874。

1.3　调查方法　本研究由调查员面对面收集纸质版问卷。资料收集前，对所有调查员进行统一培训，明确研究目的、调查流程、指导语规范及伦理注意事项。调查时，由调查员向符合纳入标准的患者详细说明研究内容，并在获取患者知情同意后进行问卷调查。在问卷填写过程中，调查员提供统一的指导语，提醒患者注意事项，并解答疑问。问卷由患者独立填写；问卷填写完成后立即回收，检查问卷的完整性，若存在疑问或缺失项，及时进行询问和补充。若发现规律性作答问卷，则视为无效问卷。本研究共发放问卷792份，回收后剔除无效问卷38份，最终获得有效问卷754份，问卷有效回收率为95.20%。

1.4　统计学方法　采用SPSS25.0软件进行数据的统计描述与分析。①通过Harman单因素检验法进行共同方法偏差检验[11]。若第1个因子的方差贡献率<40%，则认为不存在严重的共同方法偏差。②筛选发生率≥20%的症状纳入后续分析。采用探索性因子分析识别腹膜透析患者的症状群结构。当Kaiser-Meyer-Olkin（KMO）检验值>0.5且Bartlett′s球形检验 $P<0.05$，则认为该数据适合进行因子分析，提取特征值>1且因子载荷>0.5的症状，并根据各症状群内包含症状的临床特征进行命名与阐释，同时注释各症状群因子载荷[12]。③采用R 4.5.1软件构建网络模型。使用bootnet包中的“estimateNetwork”函数，将default参数设置为“EBICglasso”，以Spearman相关系数矩阵为基础，通过EBICglasso算法估计正则化偏相关网络[8]。节点布局采用“弹簧”算法（Fruchterman-Reingold算法），使网络结构更为清晰。网络密度反映网络内部连接的紧密程度，高密度（即强连接）可能导致更多的症状被激活[13]。为识别症状负担网络中的核心症状，本研究计算了3项常用的节点中心性指标：强度、紧密度、中介性[14]。在高斯模型估计的偏相关网络中，强度（Strength）定义为与该节点直接相连的所有边的权重绝对值之和，反映了该症状在网络中的关联程度及影响力；紧密度（Closeness）为某节点到网络中所有其他节点最短路径长度之和的倒数，反映了该症状通过间接路径对整体网络的影响；中介性（Betweenness）则衡量了某节点位于其他任意2个节点之间最短路径上的次数，反映了该症状在信息传递中的中介作用。为识别不同症状群间的联系节点，本研究借助networktools包测算各节点的桥梁强度（Bridge Strength）。桥梁强度用于衡量某一症状与其他症状

集群之间连接的紧密程度，其数值越高，提示该症状在跨群传播中越具有枢纽作用。桥梁强度最高的节点被认为是桥梁症状。通过使用 bootnet 包评估减少网络中样本量后中心性指标的稳定性，计算相关性稳定系数(correlation stability coefficient)，通常认为相关性稳定系数应至少为 0.25，0.25～0.50 表示稳定性可以接受，>0.50 表示稳定性强[8]。此外，通过计算边缘权重值的 95%置信区间来评估估计的网络连接的准确性，置信区间宽度越窄，说明边权重估计越精确，网络结构越可靠[8]。

2 结果

2.1 共同方法偏差检验结果 Harman 检验结果显示，第 1 个未旋转公因子的方差贡献率为 23.71%，远低于 40%的临界标准，表示不存在严重的共同方法偏差。

2.2 腹膜透析患者症状发生情况及症状群的提取 调查结果显示，本研究中症状困扰度排名前 3 位的分别是疲惫、焦虑、伤心，症状发生率排名前 3 位依次为紧张(77.3%)、焦虑(75.3%)、伤心(73.2%)，其中骨或关节痛、不宁腿、胸痛 3 个症状发生率均≤20%，故未纳入后续分析，见表 2。对纳入的 27 个症状进行探索性因子分析，结果显示 KMO 值为 0.865，Bartlett's 球形检验 $\chi^2=8\ 224.010$，$P=0.001$，适合进行因子分析。提取特征值>1 的公因子 5 个，累计方差贡献率为 56.793%。“咳嗽”症状因不符合因子提取原则，未纳入症状群范畴。各症状的因子载荷及归属见表 1。

表 1 腹膜透析患者症状严重程度、发生频率及探索性因子分析结果($n=754$)

症状	序号	严重程度(分)		发生[例(%)]	症状因子载荷				
		$M(P25,P_{75})$	$\bar{x}$		尿毒症一般症状群	水电解质症状群	胃肠道症状群	情绪症状群	性功能障碍症状群
入睡困难	A1	0(0，2)	0.84	479(63.5)	**0.515**	0.369	0.040	0.144	0.038
易醒	A2	1(0，2)	1.16	375(49.7)	**0.862**	0.083	0.070	0.094	0.089
皮肤干燥	A3	0(0，2)	0.87	368(48.8)	**0.743**	0.099	0.097	0.229	−0.054
口干	A4	0(0，2)	0.95	442(58.6)	**0.709**	0.109	0.058	0.179	0.136
瘙痒	A5	1(0，2)	0.99	348(46.2)	**0.794**	0.144	0.086	0.150	0.166
疲惫	A6	1(0，2)	1.61	418(55.4)	**0.783**	0.169	0.098	0.249	−0.048
头痛	B1	0(0，1)	0.63	323(42.8)	0.033	**0.675**	0.236	0.168	0.015
呼吸短促	B2	0(0，1)	0.71	288(38.2)	0.088	**0.648**	0.161	0.093	−0.071
头晕	B3	0(0，1)	0.80	332(44.0)	0.032	**0.608**	0.232	−0.023	0.056
足部麻木	B4	0(0，1)	0.72	344(45.6)	0.080	**0.524**	0.030	0.146	0.184
下肢肿胀	B5	0(0，1)	0.68	304(40.3)	0.196	**0.665**	0.110	0.341	0.049
肌肉酸痛	B6	0(0，1)	0.76	355(47.1)	0.238	**0.624**	0.068	0.147	−0.063
肌肉痉挛	B7	0(0，1)	0.68	296(39.3)	0.187	**0.656**	0.059	0.206	0.033
呕吐	C1	0(0，1)	0.68	300(39.8)	0.071	0.083	**0.806**	0.014	−0.050
恶心	C2	0(0，1)	0.74	319(42.3)	0.077	0.070	**0.813**	0.064	0.050
便秘	C3	1(0，2)	1.01	433(57.4)	0.010	0.137	**0.583**	0.182	−0.042
腹泻	C4	0(0，0)	0.36	162(21.5)	0.121	0.192	**0.593**	−0.021	0.045
食欲下降	C5	0(0，2)	0.85	369(48.9)	0.050	0.187	**0.686**	0.087	0.054
忧虑	D1	1(1，2)	1.40	379(50.3)	0.138	0.175	0.172	**0.517**	−0.061
紧张	D2	1(0，2)	0.99	583(77.3)	0.081	0.160	0.138	**0.614**	−0.009
伤心	D3	2(1，2)	1.59	552(73.2)	0.053	0.121	0.092	**0.736**	0.124
难以集中注意力	D4	1(0，2)	1.44	539(71.5)	0.212	0.225	−0.012	**0.700**	−0.018
焦虑	D5	1(0，3)	1.60	568(75.3)	0.385	0.104	−0.017	**0.662**	0.110
易怒	D6	1(0，2)	1.49	547(72.5)	0.305	0.118	−0.026	**0.669**	0.140
性欲下降	E1	1(0，2)	1.13	391(51.9)	0.131	0.079	0.014	0.078	**0.937**
性冲动困难	E2	0(0，2)	1.07	368(48.8)	0.097	0.041	0.033	0.083	**0.925**
特征值					7.075	2.658	1.823	1.746	1.465
累计方差贡献率(%)					27.210	37.432	44.444	51.159	56.793

2.3 症状网络分析结果

2.3.1 腹膜透析患者症状网络分析 腹膜透析患者总体症状网络见图 1。网络共包含 26 个症状节点，节点之间的连线称为边，在所有的 325 条边中，估计有 137 条(42.2%)非零边，提示网络较为密集，各个症状之间联系广泛。线条粗细与系数绝对值呈正比，越粗的线条表示更大的相关性[8]。蓝色的边表示 2 种症状呈正相关。如图 1 所示，恶心和呕吐($r=0.463$)、下肢肿胀和肌肉痉挛($r=0.318$)、皮肤干燥和易醒($r=0.141$)等症状之间存在较强的相关性。

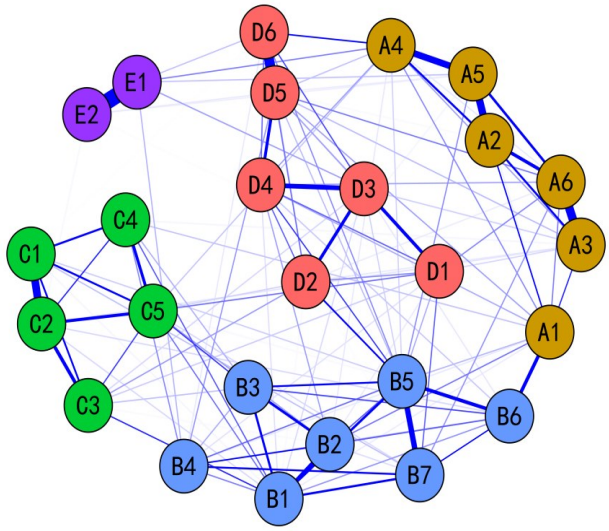


图 1　腹膜透析患者症状负担网络

2.3.2　中心性指标　为了识别网络中的核心症状，计算了强度、紧密度以及中介性 3 个指标[8]，结果见图 2。结果显示，节点强度和预期影响排名前 3 名分别为下肢肿胀（r_s＝2.624）、疲惫（r_s＝1.272）、焦虑（r_s＝1.126）。节点强度越高，说明这些症状在网络中所占权重越高，影响力越大，是网络中最重要的节点。节点紧密度排名前 3 位的分别是下肢肿胀（r_c＝1.966）、肌肉痉挛（r_c＝1.257）、肌肉酸痛（r_c＝1.199）。紧密度高，说明该节点位于症状网络中心，能够较快地影响或被临近节点影响，与其他症状关系较为密切。中介性排名前 3 位的是下肢肿胀（r_b＝3.259）、肌肉酸痛（r_b＝1.358）、入睡困难（r_b＝1.270）。说明它们在整个症状网络中起“枢纽”作用，该指标反映了该症状节点在网络整体信息传递中的地位，在症状网络中发挥着重要的中介作用。

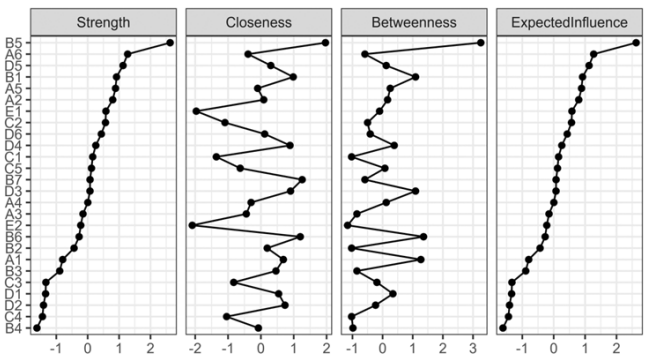


图 2　症状网络节点中心性指标

2.3.3　桥梁强度分析　基于预设的症状维度分组，使用 networktools 包计算桥梁强度，识别了在不同症状群之间起关键连接作用的桥梁症状。其中桥梁强度排名前 3 的症状节点依次是入睡困难（r_{bs}＝0.410）、下肢肿胀（r_{bs}＝0.409）、食欲下降（r_{bs}＝0.297），表明这些症状在症状的跨维度传播中发挥核心作用。腹膜透析患者症状网络桥梁强度排名见附件 1。

2.3.4　症状网络边线准确性和中心性指标稳定性分析　网络边线准确性检验结果见附件 2。通过非参数自举法（1 000 次自举样本）边权重的 95％置信区间较小，说明网络边权重评估相对准确，网络的准确性较好。中心性指标稳定性检验结果见附件 3。当只保留 30％样本时，节点强度、节点紧密度和桥梁强度的网络相关性稳定系数（CS 系数）均高于 0.7，说明保持率在 70％～90％甚至更高，网络结构保真度极高。节点中介度的 CS 系数为 0.56，处于良好水平。以上各个指标的 CS 系数良好，表明该网络分析结果稳定可靠，为后续结果的解读提供了数据支撑。

3　讨论

3.1　腹膜透析患者症状及症状群现状　本研究显示，腹膜透析患者普遍承受着较为突出的多重症状负担。在评估的 30 种常见症状中，有 10 种的发生率超过 50％，各症状在网络结构中的重要性亦表现出一定差异，反映出患者在生理与心理层面均面临多方面的症状压力。发生率最高的 3 种症状依次为紧张、焦虑与伤心，与 Zhou 等[15]的研究结论较为相近。在透析过程中，患者易出现紧张、焦虑、伤心等情绪症状，这些负面情绪可能诱发或加重其他症状，从而显著加重患者的整体症状负担。同时，此类情绪状态也可能削弱患者的治疗信心，对透析质量产生不利影响。在本研究中，症状困扰度排名前 3 的分别为疲惫、焦虑与伤心。有研究表明，透析治疗常使患者失去工作与社交机会，同时给家庭带来沉重的经济负担，导致患者承受较大的精神压力[16]。加之治疗效果有限，病情可能出现进展，进一步促使紧张、伤心、焦虑等情绪症状的发生。这些情绪反应又可能引起心率加快、血压升高，并诱发或加重疲惫、睡眠障碍等其他症状。医护人员应鼓励患者主动报告这些症状，及时进行症状干预，密切关注其情绪状态，及时缓解负面情绪。

通过进一步分析，本研究共识别出 5 个症状群。各症状群所涵盖的症状表现与其潜在的病理生理学机制基本吻合。

3.2　腹膜透析患者症状负担网络分析

3.2.1　下肢肿胀、疲惫、焦虑是症状网络中的核心症状　研究结果显示，下肢肿胀、疲惫、焦虑是症状网络中的核心症状，与张丽等[17]的研究结果相近。这些症

状通过生理和心理机制，对症状网络中的其他症状及多个系统产生广泛的级联效应。既往研究表明，下肢肿胀直接影响运动系统，导致活动受限、行走困难与代偿性关节疼痛[18]。同时，持续肿胀使皮肤张力增高，不仅加剧局部瘙痒，还显著增加皮肤损伤、溃疡及继发感染的风险。疲惫是一种全身性消耗状态，主要影响认知与情绪，表现为注意力下降、思维迟缓以及焦虑抑郁情绪。在生理层面，疲惫与 HPA 轴功能紊乱相关，可引发食欲减退和睡眠障碍，进而影响营养状况与免疫功能。焦虑作为影响广泛的负性情绪症状，可通过脑－肠轴影响胃肠道功能，加重恶心、食欲下降等症状；同时，焦虑本身也常由疲惫、皮肤干燥等长期困扰所诱发。这 3 个核心症状通过多条路径，影响波及多个系统。有效管理这些核心节点，可通过中断级联反应，实现对症状群的协同控制，从而改善患者的整体功能状态。

针对腹膜透析患者的下肢肿胀，其发生多与透析不充分、治疗依从性差相关[17]。管理核心在于容量管理，临床需对患者开展限水限盐健康教育，进行个性化容量管理，遏制症状的发生和进展[19]。疲乏的诱发因素较为复杂，涉及营养、运动、透析相关因素及心理状态等多个方面[20]，需采取系统性的干预措施以打破其恶性循环：一是优化透析充分性，定期评估尿素清除指数、肌酐清除率等指标，动态调整透析处方；二是保障充足的热量与优质蛋白摄入，对摄入不足者给予肾病专用营养制剂；三是推行运动康复，制订个性化的运动计划，鼓励患者规律进行低至中等强度的体力活动，从而打破“疲乏－不活动”的恶性循环[21]。在心理干预方面，临床可采用标准化工具（如 7 项广泛性焦虑障碍量表）定期开展心理筛查，一旦发现明显的情绪问题，应及时启动干预或转介心理科进一步处理[22]。对焦虑症状的有效干预，不仅有助于缓解情绪困扰，还可间接改善疲乏、睡眠障碍及认知症状，实现多症状群的协同获益[23]。

3.2.2 入睡困难、下肢肿胀、食欲下降是症状网络中的桥梁症状 本研究结果显示，入睡困难、下肢肿胀、食欲下降是症状网络中的桥梁症状。与张丽等[17]研究结果相似。这 3 个症状分别位于不同症状集群的交汇处，在腹膜透析患者的症状体验中发挥着跨群传导作用。相关研究表明，入睡困难是连接情绪症状群与水电解质紊乱症状群的核心环节[24]。一方面，透析患者的入睡困难常与情绪困扰密切相关，忧虑、紧张等心理因素可通过激活交感神经系统干扰睡眠节律；另一方面，水电解质紊乱所致肢体麻木、肌肉痉挛等夜间不适，也会对入睡造成影响。因此，对其管理需采取综合策略：条件允许时，可在睡前排空腹腔透析液或调整夜间留腹容量，以减轻腹部压迫感[25]。加强磷代谢管理，针对瘙痒可使用加巴喷丁等药物。同时，将心理评估纳入常规管理。下肢肿胀作为水电解质紊乱症状群的核心表现，连接了尿毒症一般症状群与情绪症状群。容量负荷过重不仅通过增加皮肤张力诱发或加重瘙痒，还可能因活动受限及外形改变给患者带来心理压力。这种躯体与心理的双向作用，使下肢肿胀成为连接水电解质紊乱、一般症状与情绪症状的关键通路。

食欲下降则是连接水电解质紊乱症状群与情绪症状群的另一重要枢纽。容量负荷过重所诱发的炎症反应可直接抑制食欲中枢，而摄入减少又会进一步加重电解质紊乱与营养不良，形成恶性循环[26]。相关研究表明，针对食欲下降这一桥梁症状的干预，需从病因机制与多症状交互入手[27]。容量负荷管理是基础，通过优化超滤、控制盐摄入以减轻水肿，降低炎症因子对食欲中枢的抑制；营养支持作为核心手段，可采用少量多餐配合口服营养补充的方式，纠正蛋白质能量消耗；此外，鼓励适度活动有助于促进胃肠蠕动，打破摄入不足与营养不良之间的循环。上述症状位于不同症状集群的交汇点上，针对这些节点实施干预，有望阻断症状在不同群组之间的传导，防止单一症状引发多系统连锁反应，从而在整体上提升症状管理的效果。

3.2.3 肌肉酸痛是症状网络中的关键症状 本研究结果显示，肌肉酸痛在网络中具有较高的紧密度和中介度，说明它不仅是水电解质紊乱症状群的核心表现，更在多个症状集群间发挥枢纽作用。一项综述性研究指出，腹膜透析患者的肌肉酸痛来源较为复杂：容量负荷与电解质紊乱可直接增加肌肉张力；钙磷代谢异常及继发性甲状旁腺功能亢进所导致的转移性钙化，则是关节周围软组织疼痛的持续来源[28]。这使得肌肉酸痛与多种躯体因素密切相关，在症状网络中表现出较高的紧密度。从传导功能来看，肌肉酸痛的中介度较高，提示其在不同症状群之间发挥着关键的连接作用。肌肉酸痛一方面通过限制活动加重疲惫感，另一方面通过持续的疼痛体验诱发忧虑、易怒等情绪反应，还可能因活动量减少间接影响食欲和胃肠功能[29]。这种多向传导的特性，使其成为水电解质紊乱向外传递影响的重要节点。针对肌肉酸痛这一高紧密度、高中介度的症状开展有效干预，有助于阻断“疼痛－活动受限－情绪低落”的连锁反应，从而减轻相关症状群的负担，提升整体症状管理效果。具体管理可从以下 3 个层面分层推进：优化容量管理、纠正钙磷代谢紊乱是缓解酸痛的源头；低强度运动、热敷、按摩等可作为非药物手段进行补充；效果不佳时可酌情选用相关药物治疗。通过多维度综合管理，有助于提升症状控制的整体效能。

3.2.4 症状网络关系可视化对症状群管理的价值 除了识别各症状节点之间中心性指标外，本研究通过症状网络可视化，揭示了症状间的集群现象，归纳出 5 类症状群内的症状关系紧密，且其组合模式与疾病已

知的病理生理机制[16, 18]相符。例如，头痛与肌肉酸痛同属水电解质症状群，这 2 种症状均可归因于钙磷代谢紊乱、继发性甲状旁腺功能亢进以及维生素 D 缺乏等尿毒症常见的共有病理生理改变[30]。据此，可通过针对性干预某个症状，防止其发生或恶化来破坏潜在的症状级联效应，这些症状群的识别为患者症状干预提供了新思路。

4　结论

本研究通过网络分析技术，识别了腹膜透析患者的五大症状群。网络分析结果显示，下肢肿胀、疲惫、焦虑为本网络的核心症状，入睡困难、下肢肿胀、食欲下降为桥梁症状，肌肉酸痛为关键症状。上述发现提示，临床症状管理可依据症状在网络中的重要性差异采取不同策略：针对核心症状进行源头控制，针对桥梁症状阻断跨群传导，针对关键症状切断多向联系。根据症状特征进行干预，可帮助患者更快地减轻症状负担，提升症状管理的精准性与效率。

本研究也存在局限性。首先，横断面设计无法确定症状与相关因素之间的因果关系，也无法观察症状网络的动态演变。未来需通过大样本的纵向研究，探索症状网络的动态变化和因果路径。其次，数据主要依赖于患者自评量表，未来研究可整合相关生化指标，将主观症状报告与客观生化指标相关联，从而更深入地揭示症状群的病理生理学机制。

附件 1 症状网络桥梁强度排名
附件 2 网络边线准确性检验
附件 3 症状网络中心性指标稳定性系数
请用微信扫码查看

附件 1 桥梁强度排名　附件 2 网络边线准确性检验　附件 3 中心性指标稳定性系数

参考文献：

[1] Atapour A, Eshaghian A, Taheri D, et al. Hemodialysis versus peritoneal dialysis, which is cost-effective? [J]. Saudi J Kidney Dis Transpl, 2015, 26(5): 962-965.

[2] 周浩然，王丽雅，樊晶晶，等. 中青年腹膜透析患者症状困扰现状及影响因素研究[J]. 护理学杂志，2025，40(15)：34-38.

[3] 黎渐英，蔡金辉，林建雄，等. 腹膜透析患者的症状负担相关因素调查与分析[J]. 中国血液净化，2015，14(5)：277-280.

[4] Zheng X, Yang Z, Liu S, et al. Digital symptom management interventions for people with chronic kidney disease: a scoping review based on the UK Medical Research Council Framework [J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 3534.

[5] Bhasin A A, Macrae J M, Manns B, et al. The association between intradialytic symptom clusters and recovery time in patients undergoing maintenance hemodialysis: an exploratory analysis[J]. Can J Kidney Health Dis, 2024, 11: 1045192522.

[6] Borsboom D. A network theory of mental disorders[J]. World Psychiatry, 2017, 16(1): 5-13.

[7] Constantin M, Cramer A O. Sample size recommendations for estimating cross-sectional network models[D]. Tilburg: Tilburg University, 2020

[8] Epskamp S, Fried E I. A tutorial on regularized partial correlation networks[J]. Psychol Methods, 2018, 23(4): 617-634.

[9] Weisbord S D, Fried L F, Arnold R M, et al. Development of a symptom assessment instrument for chronic hemodialysis patients: the Dialysis Symptom Index[J]. J Pain Symptom Manage, 2004, 27(3): 226-240.

[10] 郝艳华. 血液透析患者症状的相关研究[D]. 北京：北京协和医学院，2016.

[11] Podsakoff P M, MacKenzie S B, Lee J Y, et al. Common method biases in behavioral research: a critical review of the literature and recommended remedies [J]. J Appl Psychol, 2003, 88(5): 879-903.

[12] Skerman H M, Yates P M, Battistutta D. Identification of cancer-related symptom clusters: an empirical comparison of exploratory factor analysis methods[J]. J Pain Symptom Manage, 2012, 44(1): 10-22.

[13] Jiménez S, Arango D M I, Garza-Villarreal E A. Modeling vulnerability and intervention targets in the borderline personality disorder system: a network analysis of in silico and in *vivo* interventions[J]. PLoS One, 2023, 18(7): e289101.

[14] 蔡玉清，董书阳，袁帅，等. 变量间的网络分析模型及其应用[J]. 心理科学进展，2020，28(1)：178-195.

[15] Zhou M, Gu X, Cheng K, et al. Exploration of symptom clusters during hemodialysis and symptom network analysis of older maintenance hemodialysis patients: a cross-sectional study[J]. BMC Nephrol, 2023, 24(1): 115.

[16] Zhang Y, Liu L, Chen L, et al. Investigation of core symptoms and symptom clusters in maintenance hemodialysis patients: a network analysis[J]. J Nurs Scholarsh, 2024, 56(5): 628-637.

[17] 张丽，韩凌宇，王烁涵，等. 腹膜透析病人症状群及核心症状的网络分析[J]. 护理研究，2025，39(20)：3462-3467.

[18] 刘丹，徐佳美，翁宁，等. 腹膜透析患者症状群特征及其影响因素分析[J]. 中国中西医结合肾病杂志，2024，25(3)：224-228.

[19] Griva K, Lai A Y, Lim H A, et al. Non-adherence in patients on peritoneal dialysis: a systematic review [J]. PLoS One, 2014, 9(2): e89001.

[20] Manera K E, Johnson D W, Craig J C, et al. Establishing a core outcome set for peritoneal dialysis: report of the SONG-PD (Standardized Outcomes in Nephrology-Peritoneal Dialysis) Consensus Workshop[J]. Am J Kidney Dis, 2020, 75(3): 404-412.

[21] Weisshaar E, Müller S, Szepietowski J C, et al. European S2k Guideline on Chronic Pruritus[J]. Acta Derm Venereol, 2025, 105: adv44220.

（下转第 76 页）

missed nursing care in adult intensive care units[J]. Sci Rep,2025,15(1):39712.
[6] Blau P M. Exchange and power in social life[M]. 2nd. New York:Routledge,1986:25-180.
[7] Mandal L, Seethalakshmi A. Experience of missed nursing care: a mixed method study[J]. Worldviews Evid Based Nurs,2023,20(3):212-219.
[8] 王晓娜. ICU 护理中断事件发生情况及其与 ICU 护士工作压力的关系[J]. 国际护理学杂志,2023,42(5):814-818.
[9] 娄倩倩,钱志刚. 护士职业认同与护理缺失的相关性分析[J]. 职业与健康,2020,36(17):2360-2364.
[10] 温忠麟,谢晋艳,王惠惠. 潜在类别模型的原理、步骤及程序[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2023,41(1):1-15.
[11] SadiqI Z, Usman A, Muhammad A, et al. Sample size calculation in biomedical, clinical and biological sciences research[J]. Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences,2025,11(1):133-141.
[12] Caillet A, Dauvergne J E, Poiroux L, et al. Analysis of the prevalence of missed nursing care using three workload assessment methods: a nationwide cross-sectional study among intensive care nurses[J]. Nurs Crit Care, 2025,30(3):e70055.
[13] 刘雨安,李乐之,王惠平. ICU 护理缺失量表的编制及信效度检验[J]. 中华急危重症护理杂志,2024,5(2):165-171.
[14] 陈玲玲,顾清昕,程海霞,等. 护理工作中断量表的汉化及信效度检验[J]. 护理与康复,2024,23(4):12-15.
[15] 刘玲,郝玉芳,刘晓虹. 护士职业认同评定量表的研制[J]. 解放军护理杂志,2011,28(3):18-20.
[16] Lan L, He N, Chen X, et al. Missed nursing care in ICU and related factors in China hospitals: a cross-sectional survey[J]. Nurs Crit Care,2025,30(6):e70178.
[17] Guo X, Li H, Zou Q, et al. How do nurses decide on missed nursing care? A grounded theory study of grassroots arrangement of nursing care[J]. J Clin Nurs,2025, 34(7):2961-2980.
[18] Fan Y, Zhao M, Feng B, et al. Systemic pressures and nurse decision-making in ICU missed nursing care: a meta-synthesis[J]. Nurs Crit Care,2026,31(2):e70349.
[19] 肖苏琴,任杰,江榕,等. 重症监护病房护理缺失现状及影响因素研究[J]. 中华护理教育,2025,22(12):1475-1481.
[20] Griffiths P, Recio-Saucedo A, Dall'Ora C, et al. The association between nurse staffing and omissions in nursing care: a systematic review[J]. J Adv Nurs,2018,74(7): 1474-1487.
[21] Mainz H, Tei R, Andersen K V, et al. Prevalence of missed nursing care and its association with work experience: a cross-sectional survey[J]. Int J Nurs Stud Adv, 2024, 27 (6):100196.
[22] 李传圣,迟俊涛,方晓明,等. ICU 护士经历护理缺失事件真实体验的质性研究[J]. 中华急危重症护理杂志,2024, 5(4):352-358.
[23] 郭春玲,肖琦,刘伟权,等. 重症专科护士对临床教学基地培训质量的评价研究[J]. 中华护理教育,2025,22(5): 592-597.
[24] Gabbard E R, Klein D, Vollman K, et al. Clinical nurse specialist: a critical member of the ICU team[J]. Crit Care Med,2021,49(6):e634-e641.
[25] Wagner E A, Fuhrmann S, Brant A, et al. Interruptions then and now: impact on nurses' clinical reasoning, emotions, and medication safety[J]. J Nurses Prof Dev, 2020,36(6):338-344.
[26] Qiu H, Ma Z, Jing J, et al. The impact of workflow interruptions, work readiness, and missed nursing care on patient safety competency among new nurses: a multicenter longitudinal study[J]. J Nurs Manag,2026,2026: 7349427.
[27] Liu J W, Zhang W G. Current status of nursing interruptions in intensive care unit and its correlation with nurses' mental workload[J]. J Nurs Sci,2019,34(19):8-11.
[28] 肖盼盼,王莎,张秋香,等. 基于安全心理学的护理中断事件现状分析及启示[J]. 护理学杂志,2020,35(8):98-102.
[29] Jing H, Bai X, Wen W, et al. A mixed-methods systematic review of factors affecting missed nursing care in intensive care[J]. Intensive Crit Care Nurs, 2026, 93: 104344.

(本文编辑　宋春燕)

(上接第 66 页)

[22] Uppal N N, Corona A, Fishbane S. Pruritus in chronic kidney disease[J]. Curr Opin Nephrol Hypertens,2022, 31(5):435-441.
[23] Schouten R W, Nadort E, Harmse V, et al. Symptom dimensions of anxiety and their association with mortality, hospitalization and quality of life in dialysis patients [J]. J Psychosom Res,2020,133:109995.
[24] Bossola M, Hedayati S S, Brys A, et al. Fatigue in patients receiving maintenance hemodialysis: a review[J]. Am J Kidney Dis,2023,82(4):464-480.
[25] Zuvela J, Trimingham C, Le Leu R, et al. Gastrointestinal symptoms in patients receiving dialysis: a systematic review[J]. Nephrology (Carlton),2018,23(8):718-727.
[26] Trbojevic-Stankovic J, Stojimirovic B, Bukumiric Z, et al. Depression and quality of sleep in maintenance hemodialysis patients[J]. Srp Arh Celok Lek,2014,142(7-8):437-443.
[27] 孙静,徐玉兰,刘杨,等. 腹膜透析患者营养管理的最佳证据总结[J]. 护理管理杂志,2025,25(11):979-983.
[28] Canaud B, Morena-Carrere M, Leray-Moragues H, et al. Fluid overload and tissue sodium accumulation as main drivers of protein energy malnutrition in dialysis patients [J]. Nutrients,2022,14(21).
[29] Tillmann F P, Harth A, Jörres A. A rare cause of left shoulder pain in a peritoneal dialysis patient[J]. Am J Case Rep,2022,23:e933223.
[30] Fusaro M, Barbuto S, Gallieni M, et al. Real-world usage of chronic kidney disease-mineral bone disorder (CKD-MBD) biomarkers in nephrology practices[J]. Clin Kidney J,2024,17(1):sfad290.

(本文编辑　赵梅珍)