

护理组学的发展现状及展望

窦艳华, 罗宇, 南江, 周兰姝
(海军军医大学 护理系, 上海 200433)

护理组学(nursing omics)是一门新兴的综合性跨领域学科,该学科从个体的基因组、转录组、蛋白组、代谢组、微生物组等多个层面深入挖掘疾病产生和发展的内在分子机制,根据多组学数据结果进行综合剖析,揭示个体在遗传、环境以及生活方式等因素作用下的健康变化规律,为更加精准和个性化的护理实践提供依据^[1]。本文从护理组学学科的发展历程、主要研究领域、相关资助项目、未来发展趋势及挑战等方面进行综述,以期拓展护理交叉学科的研究范畴,提升护理质量和促进全生命周期健康提供新视角。

1 护理组学发展历程

护理组学随着多组学技术(multi-omics technology)的进步和护理学科研究的不断深化而发展,是多组学知识、技术及方法整合形成的独具特色的研究与实践范畴,而非与其他学科的简单叠加。

1.1 学科起源 护理组学以学科的形式呈现没有明确的时间节点,最初的理论基础可追溯到遗传学研究在基因与疾病、健康间关系中的应用。1976年,Maclean^[2]首先倡导护士参与遗传研究与实践。1986年,基因组学概念和人类基因组计划的提出为护理组学奠定了基础^[3]。但此时仅是遗传知识与护理学科初步交叉,学科尚未形成。1991年,护理组学开始从概念向护理实践迈进,其标志是美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH)将护士纳入人类基因组计划项目之中^[4]。此后护理组学的相关知识纳入护理教育,2003年,美国开发了针对遗传和基因组学护理能力的培养方案^[5]。2006年,国际遗传学护士协会(International Society of Nurses in Genetics, ISONG)主张建立护理组学相应的课程指南,并将相关知识体系整合到跨专业的护理实践中^[6]。随后英、法、加拿大等国家陆续将护理组学纳入到护理课程、执照考试和继续教育中^[7]。护理组学在教育中的推广,为推动其研究和实践打下良好基础。

护理组学发展推动了精准护理的实施,并取得成效。2010年,Calzone等^[8]的研究表明,护理组学能够更精准地提升医疗健康质量。2年后,美国国家护理研究所(National Institute of Nursing Research, NINR)强调从护理组学视角促进精准健康的必要性^[9]。随后多国开始倡导精准护理,2016年法国启动《精准医疗计划 2025》,明确提出发挥护理组学在癌症、神经退行性疾病及罕见病领域的作用,提高患者的治疗效果和生活质量^[10]。我国也开始重视该领域的发展,2024年,中国学位与研究生教育学会提出护理组学以患者分子生物病理学特征如各种组学信息为基础,以与各种组学特征相匹配的健康护理问题为研究内容^[11],凸显了护理组学为精准护理的研究与实践提供强有力的理论基础与技术支持。随着护理组学的持续推进,护理教育、实践、监管和质量控制体系也日益更新,衍生出多阶段国家护理计划^[12]。

1.2 护理组学的基本概念 护理组学包括基因组学、转录组学、蛋白组学、代谢组学、表观遗传组学及微生物组学等多种组学技术。基因组学研究个体的遗传组成,包含人体基因序列、功能及其对身体生长、发育和健康状况的影响^[13]。转录组学主要从核糖核酸(ribonucleic acid, RNA)水平研究基因表达的情况,帮助了解在特定条件下,哪些基因被激活或抑制及其表达水平变化情况^[14]。蛋白质组学研究细胞、组织或生物体中蛋白质组成、结构、功能、加工、修饰、蛋白质间相互作用以及这些蛋白质如何参与健康和疾病过程^[15]。代谢组学研究生物体系在特定条件下所有小分子代谢物质的定性定量分析;帮助揭示机体生命活动的代谢本质^[16]。表观遗传组学用以定义在不改变DNA序列的前提下,通过表观遗传修饰调控基因的表达和细胞功能性状的变化^[17]。微生物组学的研究涉及微生物群落及其遗传信息的集合;人类微生物组研究注重剖析微生物组影响人类健康的分子机制及与衰老、疾病的关系^[18]。充分利用每种类型组学数据的优势,往往能够提供正交策略克服单个类型数据的局限性^[13]帮助推进个性化护理和精准医疗,实现全生命周期的健康管理。

【收稿日期】 2025-01-03 【修回日期】 2025-01-10

【基金项目】 国家社会科学基金重大项目(21&ZD188);老年长期照护教育部重点实验室(海军军医大学)

【作者简介】 窦艳华,博士,助理研究员,电话:021-81871511

【通信作者】 周兰姝,电话:021-81871511

2 护理组学主要研究领域

护理组学研究在不断摸索与实践进程中,逐步形成个性化疾病护理、精准化症状管理、健康风险评估及相关实践创新等4个主要研究领域^[19]。

2.1 个性化疾病护理 个性化疾病护理是护理组学的核心领域,该领域强调通过全面解析患者的个性化数据,将多组学信息转化为可操作的护理策略^[20]。通过个体化的护理干预,护理人员不仅能针对患者的具体健康问题制订切实可行的护理计划,还能在治疗过程中及时调整方案,以提高患者的总体治疗效果和生活质量。2024年,美国肿瘤护理学会(Oncology Nursing Society, ONS)开发了ONS精准肿瘤学习库资源,以响应护理组学在该领域的应用需求^[21]。

2.2 精准化症状管理 精准化症状管理是护理组学中的重要延伸领域,其核心在于通过多组学技术为患者提供更为精准的症状干预方案,更强调护理过程的动态性,方便护理人员及时调整干预措施。2016年,NINR发布的战略计划中精准化症状管理是其科研重点领域之一^[22]。NINR所资助的症状管理方面的研究涉及到疲劳、疼痛及一些特定疾病的症状管理,部分成果于2018年发表^[23]。此外,借助护理组学技术,能够推动疾病防治关口前移,提前制订出相关症状的管理方案,极大地促进医疗资源的节约,提升患者的生命质量^[24]。

2.3 健康风险评估 护理组学还致力于通过健康风险评估技术实现更前瞻的护理目标。结合多组学数据,护理人员不仅能够改善现有患者的护理体验,还能在疾病发生之前识别潜在风险,为健康管理提供更科学的支持。2012年,美国NINR战略规划的精准护理研究中,健康风险评估是其研究的主题领域^[9],《2022—2026年框架草案》中也再次强调利用护理组学技术促进健康策略研究^[25]。韩国借助其自设计的命名为“NEOseq_ACTION”的快速靶向测序检测平台能够在症状前阶段发现新生儿的急性不适遗传病^[26]。中国学者^[27]利用分子生物学和靶向测序技术,显著提升了罕见隐性遗传病的筛出概率。此类研究极大地拓展了护理组学的可干预空间。

2.4 护理组学实践创新 在健康风险评估的基础上,护理组学的目标不止于解决单个患者的健康问题,更着眼于通过技术创新推动护理实践的全面变革。2019年,Hickey等^[28]提出护理科学精准健康(nursing science precision health model, NSPH)模

型,指出护理组学研究范围覆盖整个生命周期诸多领域,欲实现精准健康,必须将各方法应用于从基础科学到临床实践的各阶段,并最终用于群体层面,以促进健康和预防疾病。将护理组学研究融合进电子健康记录(electronic health records, EHR),不仅帮助护理人员高效获得相关技能实践的数据集;也利于构建患者的深度表征,显著提高对多种疾病预测的准确性^[29]。实践创新是护理组学发展的最终体现,它汇聚了个性化疾病护理、精准化症状管理和健康风险评估的成果,并将这些成果转化为实际的护理操作和策略,促进护理工作的科学化、智能化和个性化。

3 NINR 护理组学相关研究资助项目

NINR以解决紧迫健康挑战、指导实践和政策为使命,致力于优化健康并促进未来的健康公平^[30];护理组学研究能够有效应对复杂健康挑战,协助制订更具针对性的护理政策。据不完全统计,截至2024年底,NINR资助的项目有4644项,其中护理组学相关的项目有94项^[31]。

NINR近10年来资助的代表课题如下(表1)。此外,NINR持续资助时间最长的课题为护理组学研究和学术培训,自2006年始已资助19年,这反映了护理组学研究的复杂性和长期性,需要持续投入、逐步积累、深化理解并推动护理实践的创新。通过这些课题,能够更清晰地理解护理组学在不同健康场景中的实践价值,更好地帮助解决不同人群的健康需求差异,推动精准护理的高质量发展。

4 发展趋势与挑战

随着生活方式和疾病谱的变化,全生命周期健康被提升至国家战略高度^[32],护理组学应势而生,成为护理学科重要发展方向。尽管相关研究和实践仍处于探索阶段,但机遇与挑战并存。

4.1 精准健康模式的构建 精准健康模式的构建是护理组学理念的重要实践目标,其核心在于将多组学技术与生物信息学有机融合,探索健康与疾病的动态发生机制,并制订科学、高效个体化的护理干预策略^[19]。首先,需要识别疾病关键分子机制,揭示疾病在遗传和表型层面的内在联系;其次,设计护理干预的个性化方案,厘清个体健康问题的发生与调控机制,再根据患者健康状态的实时变化动态调整护理措施;最后整合跨学科协作资源,优化护理决策支持系统,为全生命周期健康管理提供新的解决方案。

表 1 美国 NINR 资助的护理组学相关项目代表课题

研究领域	起始时间(年)	课题名称	资助年限
个性化疾病护理	2018	肠道微生物组在非洲裔美国妇女产后心脏代谢失调的持续性研究中作用	3
	2014	借助代谢组学方法阐明睡眠与肠易激综合征之间的联系	3
	2014	创伤性脑损伤患者预后的表观基因组学研究	2
精准症状管理	2023	与兴奋-收缩耦联障碍相关的基因中意义不确定的遗传变异的功能特征研究	2
	2022	镰状细胞疾病的表观遗传年龄加速和心理学症状分析	2
	2022	肠道微生物组和短链脂肪酸在头颈癌患者的炎症和神经心理症状调节中的作用	3
	2020	整合代谢组学基因组学和行为学的癌症相关疲劳的新型生物标志物研究	5
	2019	精准疼痛管理-慢性腰痛痛的神经生理学和转录组预测因子研究	4
	2018	基于微生物组-肠-脑轴的实体瘤患儿精神神经症状分析研究	5
	2017	接受直肠癌化学放疗的患者的疲劳和肠道微生物组研究	3
	2016	头颈癌患者炎症和疲劳的表观遗传机制研究	3
健康风险评估	2015	化疗期间的昼夜疲劳水平与年龄的表观遗传标记关系探究	2
	2023	借助表观遗传学研究评估产前创伤与分娩功能障碍	2
	2021	肠道微生物组和个性化的地中海饮食干预措施预防心脏代谢疾病的研究	4
	2020	表观遗传年龄的加速程度作为妊娠期子宫功能的生物标志物研究	5
	2019	肾移植前后患者口腔和肠道微生物群的变化以及患者自述症状的发生率和严重程度研究	2
	2018	B链球菌定植的非裔美国孕妇的微生物组及产前抗生素的影响	3
	2018	使用蛋白质组学制订防止模型系统肺损伤的个性化健康策略	2
	2018	认知衰退的关键调节因子的遗传学和表观遗传调控研究	5
	2017	肠道微生物组、炎症和青少年抑郁症状关联研究	3
	2016	持续性疼痛的易感性与组蛋白修饰的全基因组关联分析	2
护理组学实践创新	2015	早产儿微生物组与其2岁和4岁时的生物、行为和健康的关联性研究	5
	2019	毒性应激和保护性因素的生物学、行为学、遗传学的代际传递研究	5
	2017	测试智能辅助系统干预措施,以加强对黑人和拉丁裔女性的乳腺癌的遗传风险评估	2
	2014	构建转化基因组学大数据中心	3

4.2 精准护理技术与产品的研发 精准护理技术与产品的研发,是实现护理组学成果临床转化的关键环节。通过精准界定、量化护理组学应用的关键指标,提早识别健康问题;进而探明问题发生机制,为护理干预提供靶点支持;进一步整合应用新技术,如开发护理决策支持系统,提高个性化健康管理水平^[33]。还可以开发智能穿戴设备,监测个体健康状态,通过数据分析提供个性化护理建议提升精准护理的有效性。

4.3 大数据和人工智能的应用 护理组学、数字健康技术的发展为人工智能(artificial intelligence, AI)实践提供更广阔的应用空间。多重数据的整合与分析,有助于全面理解很多病症的复杂本质,也能有效补充临床试验数据,累积精准护理资源。在关键技术应用中,结合机器学习算法整合分析护理组学数据,能够帮助解析复杂疾病的发生机制^[34]。借助人工智能数据驱动的护理决策支持系统能够预测疾病进展,制订更加科学的护理计划。此外,大数据和AI的应用也能够支持制订更精准的干预策略^[35]。

4.4 建立人才培养体系 护理组学发展不仅依赖技术创新和实践探索,更需要系统化的人才体系^[36]。将护理组学技术融入现有护理教育的各个层次,系统化设计课程内容,至关重要。还需要促进实践训

练的落地实施,依托医院和科研机构,设立护理组学研究实践基地,开发基于真实案例的实践课程,指导个体化护理方案的制订与调整。此外,国家及相关机构还可为护理人员提供专项科研资助,匹配相应的激励与保障机制等^[37]。护理组学未来还需要构建系统化、高精度的大数据平台,发展更透明、可解释的AI算法;完善相应的伦理规范,提升AI模型在临床实践中的解释性和可操作性,以推动护理组学领域的长期稳定发展。护理组学在快速发展的技术和研究推动下,不仅显著提升了护理实践的精准性,还为全生命周期的健康管理开辟了新路径。虽然当前研究仍处于探索阶段,但未来随着技术发展、多学科跨领域协作的深化,护理组学将为全球健康挑战提供更加科学、高效的解决方案,推动护理科学迈向更加精准、智能和个性化的新时代。结合护理实践探索,护理组学必将在促进健康公平、改善医疗质量以及提升患者生活质量方面发挥不可替代的作用。

【关键词】 交叉学科;护理组学;综述

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2025.01.006

【中图分类号】 R47-05 【文献标识码】 A

【文章编号】 2097-1826(2025)01-0021-04

【参考文献】

[1] KARCZEWSKI K J, SNYDER M P. Integrative omics for health and disease[J]. Nat Rev Genet, 2018, 19(5): 299-310.

- [2] MACLEAN D E. Recent advances in human genetics-implications for nursing education curriculum[J]. *J Adv Nurs*, 1976, 1(4): 303-310.
- [3] DULBECCO R. A turning point in cancer research: sequencing the human genome[J]. *Science*, 1986, 231(4742): 1055-1056.
- [4] ABDELLAH F G. The human genome initiative-implications for nurse researchers[J/OL]. [2025-01-09]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1765613/>. DOI: 10.1016/8755-7223(91)90009-a.
- [5] OLSEN S, FEETHAM S L, JENKINS J, et al. Creating a nursing vision for leadership in genetics[J]. *Medsurg Nurs*, 2003, 12(3): 177-183.
- [6] LEA D H, WILLIAMS J K, COOKSEY J A, et al. U.S. genetics nurses in advanced practice[J]. *J Nurs Scholarsh*, 2006, 38(3): 213-218.
- [7] REGAN M, ENGLER M B, COLEMAN B, et al. Establishing the genomic knowledge matrix for nursing science[J]. *J Nurs Scholarsh*, 2019, 51(1): 50-57.
- [8] CALZONE K A, CASHION A, FEETHAM S, et al. Nurses transforming health care using genetics and genomics[J]. *Nurs Outlook*, 2010, 58(1): 26-35.
- [9] CALZONE K A, JENKINS J, et al. A blueprint for genomic nursing science[J]. *J Nurs Scholarsh*, 2013, 45(1): 96-104.
- [10] LÉVY Y. Genomic medicine 2025: France in the race for precision medicine[J/OL]. [2025-01-09]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27979406/>. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32467-9.
- [11] 中国学位与研究生教育学会. 研究生教育学科专业简介及其学位基本要求[Z/OL]. [2024-12-31]. <https://www.acge.org.cn/encyclopediaFront/enterEncyclopediaIndex>.
- [12] JENKINS J, CALZONE K A. Establishing the essential nursing competencies for genetics and genomics[J]. *J Nurs Scholarsh*, 2007, 39(1): 10-16.
- [13] MOHAMMADI S P, SOOD T, PARÉ G. From omics to multi-omics technologies: the discovery of novel causal mediators[J]. *Curr Atheroscler Rep*, 2023, 25(2): 55-65.
- [14] VELCULESCU V E, ZHANG L, ZHOU W, et al. Characterization of the yeast transcriptome[J]. *Cell*, 1997, 88(2): 243-251.
- [15] DENG Y T, YOU J, HE Y, et al. Atlas of the plasma proteome in health and disease in 53, 026 adults[J/OL]. [2025-01-09]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39579765/>. DOI: 10.1016/j.cell.2024.10.045.
- [16] YI Y, WANG J, LIANG C, et al. LC-MS-based serum metabolomics analysis for the screening and monitoring of colorectal cancer[J/OL]. [2025-01-09]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37448516/>. DOI: 10.3389/fonc.2023.1173424. eCollection 2023.
- [17] CHAKRABARTI S K, CHATTOPADHYAY D. Expanding role of epigenetics in human health and disease[J]. *Explor Res Hypothesis Med*, 2024, 9(3): 221-235.
- [18] RACKAITYTE E, LYNCH S V. The human microbiome in the 21st century[J/OL]. [2025-01-09]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33067429/>. DOI: 10.1038/s41467-020-18983-8.
- [19] 杨建梅, 林桂如, 欧婉仪, 等. 多组学技术在临床护理研究中的应用进展[J]. *中华护理杂志*, 2024, 59(16): 2044-2049.
- [20] 李启杰, 陈雨文, 刘雨薇, 等. 全生命周期健康与疾病的精准护理研究现状与展望[J]. *四川大学学报: 医学版*, 2023, 54(4): 705-711.
- [21] DICKMAN E, SCHMITT M L, MARTY K, et al. Oncology nursing society's genomics and precision oncology learning library resources for nursing practice[J]. *Clin J Oncol Nurs*, 2024, 28(2): 133-141.
- [22] National Institute of Nursing Research (NINR). Strategic plan sets priorities, research direction for nursing science[Z/OL]. [2016-09-15]. <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/strategic-plan-sets-priorities-research-direction-nursing-science>.
- [23] COOPER Z, LILLEY E J, BOLLENS-LUND E, et al. High burden of palliative care needs of older adults during emergency major abdominal surgery[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2018, 66(11): 2072-2078.
- [24] MAUCERI D. Role of epigenetic mechanisms in chronic pain[J/OL]. [2025-01-09]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36010687/>. DOI: 10.3390/cells11162613.
- [25] The National Institute of Nursing Research. The national institute of nursing research 2022-2026 strategic plan[R/OL]. [2024-12-31]. <https://www.ninr.nih.gov/aboutninr/ninr-mission-and-strategic-plan>.
- [26] KIM M J, KIM S Y, LEE J S, et al. Rapid targeted sequencing using dried blood spot samples for patients with suspected actionable genetic diseases[J]. *Ann Lab Med*, 2023, 43(3): 280-289.
- [27] HUANG X, WU D, ZHU L, et al. Application of a next-generation sequencing (NGS) panel in newborn screening efficiently identifies inborn disorders of neonates[J]. *Orphanet J Rare Dis*, 2022, 17(1): 1-12.
- [28] HICKEY K T, BAKKEN S, BYRNE M W, et al. Precision health: advancing symptom and self-management science[J]. *Nurs Outlook*, 2019, 67(4): 462-475.
- [29] MOOR M, BANERJEE O, ABAD Z S H, et al. Foundation models for generalist medical artificial intelligence[J]. *Nature*, 2023, 616(7956): 259-265.
- [30] National Institutes of Health (NIH). National institute of nursing research (NINR)[EB/OL]. [2024-12-31]. <https://www.nih.gov/about-nih/what-we-do/nih-almanac/national-institute-nursing-research-ninr>.
- [31] National Institutes of Health (NIH). RePORTER[EB/OL]. [2025-01-07]. <https://reporter.nih.gov/search/ZgQZIaz3HEivMmCgPjeuFg/projects>.
- [32] 宋新明. 全生命周期健康: 健康中国建设的战略思想[J]. *人口与发展*, 2018(1): 3-6.
- [33] SONIS S, PATEL J, ASHBURY F D. The application of "Omics" to accelerate precision medicine in supportive care in cancer[J]. *Support Care Cancer*, 2021, 29(12): 7143-7144.
- [34] 肖爽, 赵庆华, 邹依然, 等. 多模态数据融合的护理信息系统架构及应用分析[J]. *信息化护理*, 2020, 35(19): 88-90.
- [35] 叶钰琪, 杨又. 大数据在医学护理中的应用现状、困境及其对策研究[J]. *卫生管理与公共卫生*, 2022, 21(5): 8-10.
- [36] PUDDESTER R, PIKE A, MADDIGAN J, et al. Nurses' knowledge, attitudes, confidence, and practices with genetics and genomics: a theory-informed integrative review protocol[J/OL]. [2025-01-09]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36143143/>. DOI: 10.3390/jpm12091358.
- [37] LOPES-JUNIOR L C. Personalized nursing care in precision-medicine era[J/OL]. [2025-01-09]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35174279/>. DOI: 10.1177/23779608211064713.