

## · 研究荟萃 ·

# 2014—2024年可穿戴设备在老年照护中的研究热点及发展趋势:基于WOS的可视化分析

张山,刘璐,吴瑛

(首都医科大学护理学院成人护理学学系,北京100069)

**【摘要】** **目的** 分析2014—2024年可穿戴设备在老年照护中的研究热点及发展趋势,为医护人员借助人工智能技术优化老年照护实践提供参考。**方法** 采用CiteSpace工具对Web of Science核心合集数据库中符合标准的文献进行可视化分析,涵盖年发文量、国家分布、机构情况、共被引期刊分析以及关键词聚类。**结果** 共3940篇文献纳入可视化分析,发文量最多的国家为美国(1207篇,占30.63%),发文最多的机构为哈佛大学医学院(80篇,占2.03%),*PLoS ONE*是文献共被引最多的期刊。研究热点主要为健康监测与风险管理、运动管理与行为分析、智能技术与系统优化,未来研究趋势为影响、深度学习和关联性。**结论** 可穿戴设备的适老化创新应用是当前研究的焦点,其通过人工智能算法优化与多模态数据融合,助力提升了老年健康管理的效能。

**【关键词】** 可穿戴设备;老年人;照护;研究热点;可视化分析

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2025.09.009

【中图分类号】R47 【文献标识码】A 【文章编号】2097-1826(2025)09-0036-05

## Research Hotspots and Trends of Wearable Devices in Elderly Care from 2014 to 2024: A Visual Analysis Based on Web of Science

ZHANG Shan, LIU Lu, WU Ying (Department of Adult Nursing, School of Nursing, Capital Medical University, Beijing 100069, China)

Corresponding author: WU Ying, Tel: 010-83911766

**【Abstract】** **Objective** To investigate research hotspots and trends in wearable devices for elderly care from 2014 to 2024, and to provide references for healthcare professionals to optimize elderly care practices with artificial intelligence technology. **Methods** CiteSpace was used to conduct a visual analysis of eligible literature from the Web of Science Core Collection database, including annual publication volume, country distribution, institutional information, co-cited journal analysis, and keyword clustering. **Results** A total of 3,940 articles were included in the visual analysis. The United States had the highest number of publications (1,207 articles, 30.63%). Harvard Medical School was the most productive institution (80 articles, 2.03%), and *PLoS ONE* was the most co-cited journal. The research hotspots mainly focused on health monitoring and risk management, exercise management and behavior analysis, and intelligent technology and system optimization. Future research trends included impact, deep learning, and relevance. **Conclusions** The innovative application of wearable devices in age-friendly design is the current research focus, which improves the efficiency of elderly health management through the optimization of artificial intelligence algorithms and multi-modal data fusion.

**【Key words】** wearable device; elderly; care; research hotspot; visual analysis

[Mil Nurs, 2025, 42(09): 36-40]

全球人口老龄化趋势不断加速,《世界人口展望》数据显示,截止至2023年底,全球65岁及以上的老年人口已达8.089亿,占全球人口总数的9.99%<sup>[1]</sup>。由于老年人的生理和认知功能逐渐下

降,其在各类意外伤害发生率中成为重点关注人群<sup>[2]</sup>。因此,早期识别高风险老年人群并发出预警,有助于预防意外伤害的发生。然而,传统人工监测难以实现24h连续健康数据采集,导致护士难以及时发现异常情况并采取护理措施<sup>[3]</sup>。《“健康中国2030”规划纲要》指出,医护人员需积极探索可穿戴设备在智慧健康养老中的应用<sup>[4]</sup>。可穿戴设备是指能穿戴在身上的微型智能电子装置,如智能手表或手

【收稿日期】2025-03-28 【修回日期】2025-07-30

【基金项目】国家自然科学基金重点项目(72034005)

【作者简介】张山,博士,副教授,电话:010-83916504

【通信作者】吴瑛,电话:010-83911766

环、智能服饰、智能鞋垫或袜子等<sup>[5]</sup>。可穿戴设备可辅助护士实时监测老年患者的生理数据并发出智能预警,从而提升老年照护的效率和效果<sup>[5-7]</sup>。因此,本文对2014—2024年可穿戴设备在老年照护中的研究热点及未来发展趋势进行可视化分析,以期为护理人员借助人工智能技术辅助老年照护提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 文献检索策略** 以Web of Science(WOS)核心合集数据库为文献的来源,主题检索策略如下: (“wearable devices” OR “wearable electronic devices” OR “wearable technology” OR “electronic skin”) AND (“elder \* ”OR “elderly”OR “elderly patients”OR “old people”OR “geriatrics”OR “seniors” OR “aged”OR “older adults”OR “senile”)。鉴于2013年9月国家发展改革委等部门发布的《关于印发10个物联网发展专项行动计划的通知》中强调了智能养老物联网的应用<sup>[8]</sup>,本研究将检索时间设置为2014年1月1日至2024年12月31日。

**1.2 文献纳入与排除标准** 文献纳入标准:(1)文献主题:“可穿戴设备”和“老年”;(2)文献类型:研究论文和综述;(3)文献语言:英文。文献排除标准:(1)关键信息缺失;(2)重复发表文献。初步检索获得4123篇英文文献,通过文献主题筛选,以及Citespace软件去重处理,最终纳入3940篇文献进行可视化分析。

**1.3 研究方法** 可视化分析工具为CiteSpace 6.3.R1软件,时间分区设置为1年,网络节点间关联强度计算方式设置为Cosine(余弦)相似性度量<sup>[9]</sup>。(1)发文量:采用Excel软件进行绘制;(2)发文国家/机构/文献共被引期刊分析:节点类型分别选择country/institution/cited journal,阈值设置为前50;(3)高频关键词:节点类型选择keyword,阈值设置为前30,图谱修剪方法选择了最小生成树法和修剪切片网络;(4)关键词聚类:算法选择Log-Likelihood Ratio,模块值(modularity,  $Q$ ) $>0.3$ 表明网络具有明确的聚类结构,轮廓系数(silhouette coefficient,  $S$ ) $>0.5$ 表明聚类结果合理<sup>[9]</sup>;(5)关键词突现:最小持续时间设置为2,伽马值 $\gamma$ 为1.0,突发检测灵敏度为2.0。

## 2 结果

**2.1 文献检索结果** 2014—2024年,可穿戴设备在老年照护研究中的发文量逐年稳步上升,详见图1。

**2.2 发文国家** 纳入分析的文献涉及92个国家,国家间合作网络包含813条连线,密度为0.194。发文量最多的为美国(1207篇,占30.63%),前10名发文国家见表1。

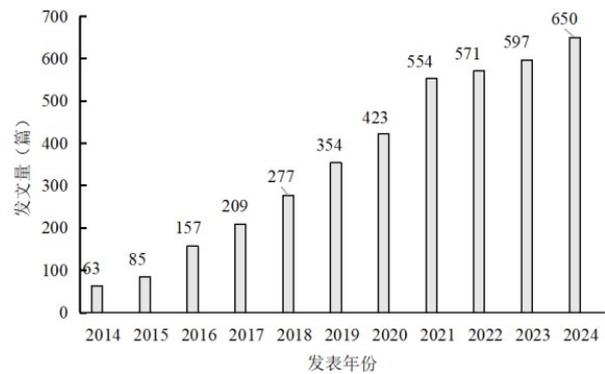


图1 2014—2024年可穿戴设备在老年照护研究中的年发文量

表1 2014—2024年可穿戴设备在老年照护研究中发文量排名前10的国家

序号	发文国家	发文量	中心性	占比(%)
1	美国	1207	0.17	30.63
2	中国	574	0.06	14.57
3	英国	438	0.23	11.12
4	意大利	294	0.13	7.46
5	澳大利亚	289	0.09	7.34
6	韩国	237	0.00	6.02
7	加拿大	229	0.04	5.81
8	德国	228	0.08	5.79
9	西班牙	187	0.11	4.75
10	荷兰	145	0.04	3.68

**2.3 发文机构** 发文机构为279个,各机构间连线数量为906条,密度为0.023,发文最多的机构为美国的哈佛大学医学院(80篇,占2.03%),其次是斯坦福大学(61篇,占1.55%)、加拿大的多伦多大学(50篇,占1.27%)。

**2.4 文献共被引期刊情况** 文献共被引期刊数量为133本,连线数量为777条,密度为0.088。PLoS ONE为文献共被引最多的期刊(5年影响因子为3.3;属多学科科学领域),见表2。

表2 排名前10的文献共被引期刊

序号	期刊名称	文献共被引(篇)	中心性
1	PLoS ONE	1414	0.31
2	SENSORS-BASEL	1350	0.24
3	LANCET	793	0.15
4	Journal of the American Medical Association	759	0.12
5	JMIR mHealth and uHealth	659	0.09
6	Journal of Medical Internet Research	640	0.06
7	Scientific Reports	638	0.08
8	Gait & Posture	615	0.04
9	IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine	608	0.04
10	Medicine & Science in Sports & Exercise	608	0.08

### 2.5 关键词

2.5.1 高频关键词 基于高频关键词可将目前研究热点分为 3 个方面:(1)健康监测与风险管理:关键词包括健康、风险、跌倒检测、管理、有效性等,可穿戴设备可实时监测老年人健康状况,评估跌倒等风险,并验证智慧管理的有效性。(2)运动管理与行为分析:关键词包括体育活动、锻炼、表现、成年人、老年人、儿童、年龄,可穿戴传感器用于记录老年人的运动数据,便于优化运动方案。(3)智能技术与系统优化:关键词包括可穿戴设备、可穿戴传感器、可穿戴技术、系统、机器学习、技术、可靠性,关注可穿戴设备的智能化水平,提高老年照护的可靠性(表 3)。

表 3 2014—2024 年可穿戴设备在老年照护研究中排名前 20 的英文关键词

序号	关键词	频次	中心性
1	physical activity(体育活动)	494	0.31
2	older adults(老年人)	366	0.06
3	wearable devices(可穿戴设备)	245	0.03
4	wearable sensors(可穿戴传感器)	238	0.10
5	risk(风险)	227	0.14
6	health(健康)	213	0.11
7	technology(技术)	194	0.03
8	validity(有效性)	191	0.02
9	system(系统)	190	0.11
10	people(人)	189	0.11
11	reliability(可靠性)	186	0.17
12	adults(成年人)	175	0.13
13	wearable technology(可穿戴技术)	173	0.07
14	machine learning(机器学习)	166	0.05
15	age(年龄)	149	0.08
16	fall detection(跌倒检测)	147	0.09
17	exercise(锻炼)	143	0.15
18	children(儿童)	143	0.05
19	management(管理)	143	0.07
20	performance(表现)	140	0.02

2.5.2 关键词聚类分析 关键词聚类 Q 值为 0.391,S 值为 0.779,说明目前的聚类结果合理。聚类词包含为 #0 fall detection(跌倒检测)、#1 wearable technology(可穿戴技术)、#2 physical activity(体育活动)、#3 wearable device(可穿戴设备)、#4 gait(步态)、#5 kinematic analysis(运动分析),见图 2。基于聚类关键词及其类内文献可知:#0 研究了跌倒风险检测和管理;#2、#4 和 #5 关注于运动管理与行为分析;#1 和 #3 研究了可穿戴设备的技术支撑。

2.5.3 关键词突现分析 突现关键词包括 impact(影响)、deep learning(深度学习)、association(关联性),见图 3。

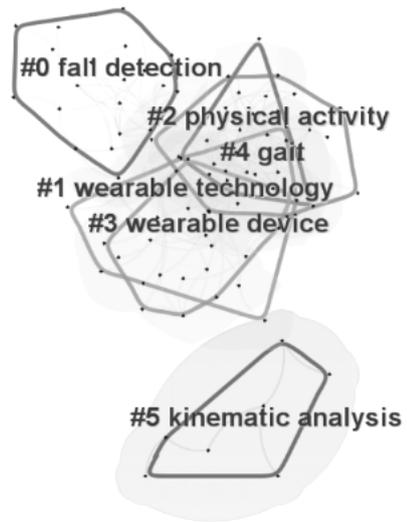


图 2 2014—2024 年可穿戴设备在老年照护研究中的英文关键词聚类图谱

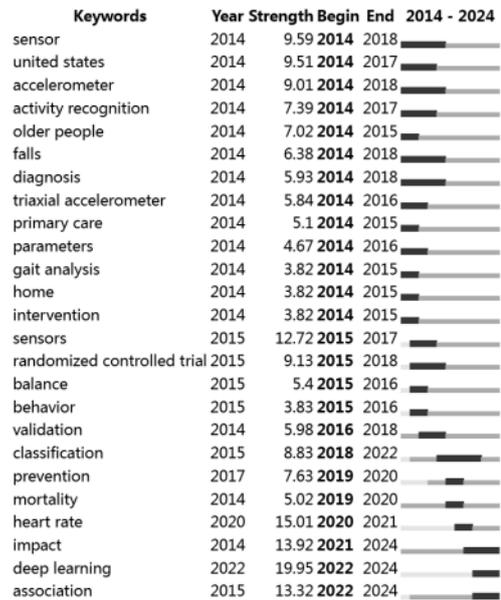


图 3 2014—2024 年可穿戴设备在老年照护研究中的英文突现词

## 3 讨论

3.1 可穿戴设备在老年照护研究中的文献特征分析 2014—2024 年,可穿戴设备在老年照护中的发文量逐年上升,尤其是 2021 年后,年发文量突破 500 篇。这一增长趋势可能与近年来各国将“银发经济”高质量发展列为重点任务有关<sup>[10-11]</sup>。我国《智慧健康养老产业发展行动计划(2021—2025 年)》中指出,重点发展具备血压、血糖、骨密度等功能的可穿戴设备<sup>[12]</sup>。美国为该领域发文最多的国家,其中,哈佛大学医学院为发文最多的机构,各国机构间的合作较为紧密。此外,PLoS ONE 为文献共被引

最多的期刊,该杂志通过发表不同学科的理论与方法整合的文章来推动跨学科研究的发展,如生物信息学结合计算机科学中的可穿戴设备在医药健康中的应用<sup>[13]</sup>。

### 3.2 可穿戴设备在老年照护研究中的热点分析

#### 3.2.1 可穿戴设备用于老年照护中的健康监测与风险管理

可穿戴设备用于老年照护中的健康监测与风险管理是该领域的研究热点之一,关键词包含健康、风险、跌倒检测、管理、有效性。可穿戴设备通过实时监测老年人的生理指标和活动状态,及时发现潜在健康问题,使护理实践更加精准高效,进而实现基于实时数据的个性化照护<sup>[14-15]</sup>。如 Liao 等<sup>[14]</sup>开发了 1 种基于射频能量采集技术的自供电柔性可穿戴设备,能实时监测步态、呼吸等健康指标并通过蓝牙传输数据,为独居老人提供零维护成本的持续健康监测方案。此外,老年人反应能力下降、平衡功能减弱等因素使其跌倒、骨折等意外伤害的发生率增加,可穿戴设备通过实时监测运动姿态和生理指标,及时预警意外发生风险<sup>[15-16]</sup>。如, Pierleoni 等<sup>[15]</sup>开发了 1 种基于三轴加速度计、陀螺仪和磁力计的惯性传感跌倒检测系统,佩戴于腰部实时追踪人体姿态,能准确区分真实跌倒与日常活动,为老年人跌倒后及时救援提供了可靠解决方案。护理人员可进一步掌握新技术,如生理信号数据解读、异常行为识别算法以及多模态数据融合技术,确保可穿戴设备正确应用于老年人健康监测与风险预警,辅助降低老年人意外发生的风险。

#### 3.2.2 可穿戴设备用于老年照护中的运动管理与行为分析

全球老龄化人口逐渐加剧,社区老年人的残疾比例也在迅速蔓延<sup>[10]</sup>。因此,可穿戴设备用于老年照护中的运动管理与行为分析成为该领域中的另一研究热点,关键词包括体育活动、锻炼、表现,聚类关键词包括步态和运动分析。如 Park 等<sup>[17]</sup>通过可穿戴设备监测 88 名社区老年人活动强度,发现衰弱程度与低强度至剧烈活动呈负相关,因此,应鼓励衰弱老年人突破低强度活动模式以改善健康结局。此外,可穿戴设备还能辅助护理人员识别并分析老年人的日常行为习惯,及时制订个性化的运动计划,提升老年人生活质量<sup>[18-19]</sup>。如 Loureiro 等<sup>[19]</sup>通过可穿戴动作捕捉系统分析老年人自由行走、助行器辅助及助行器结合虚拟现实辅助的步态差异,结果发现虚拟现实结合助行器的康复方案安全可行,可提升治疗依从性。Chen 等<sup>[20]</sup>研究表明,护理团队通过可穿戴设备远程监测老年糖尿病患者血糖趋势,可提供饮食、运动和服药等方面的护理计划。护理人员需根据可穿戴设备监测的数据变化,及时调

整个个性化运动方案,从而减缓老年人失能的发生。

### 3.2.3 可穿戴设备用于老年照护中的智能技术优化

人工智能技术的飞速发展,使得越来越多的学者关注于提升可穿戴设备的性能及智能化水平<sup>[5]</sup>,关键词包括系统、机器学习、技术和可靠性。Muangprathub 等<sup>[21]</sup>采用机器学习算法开发了老年人追踪系统,可实时监测室内外活动轨迹、定位及个人状态,具备紧急求助、异常警报和空间数据可视化功能,为智慧养老提供全场景解决方案。而且,老年人可能因视力、听力或操作能力下降而难以使用传统界面<sup>[2]</sup>。因此,可穿戴设备需要能够理解并执行老年人的语音指令,如调整音量、设置提醒或询问健康信息,极大地提高了设备的易用性<sup>[5]</sup>。如自然语言处理技术使得可穿戴设备能够理解并执行老年人的语音指令,不仅能够提升老年照护的智能化水平,还能增强设备的人性化设计,更好地满足老年人的多元化需求<sup>[22]</sup>。可穿戴设备的监测数据可直接整合至护理信息系统,因此,护理人员需积极参与跨学科团队研发,注重数据驱动的个性化护理决策,进而促进老年照护的智能化。

### 3.3 可穿戴设备在老年照护研究中的发展趋势

基于突现关键词,未来可穿戴设备在老年照护研究中的发展趋势可能围绕 impact(影响)、deep learning(深度学习)、association(关联性)。可穿戴设备在老年照护中的应用对提升照护质量和老年人生活质量具有一定的影响,未来研究者可进一步评价其应用效果,如药物管理依从性、生活习惯改善水平、风险检测与即时响应速度、照护效率提升水平等<sup>[23]</sup>。此外,深度学习技术可增强可穿戴设备的健康监测精度,提高实时预警准确率,并优化个性化慢病管理<sup>[24]</sup>。如 Sawan 等<sup>[24]</sup>开发了基于脑电图信号的深度学习模型,通过可穿戴设备采集数据,实现中风快速诊断,准确率提升 11.08%,可达到 99.99%,为中风早期筛查提供高效解决方案。另外,关联性分析也将可能成为该领域的研究趋势之一,即通过挖掘可穿戴设备多维数据,如步态和跌倒风险、心率变异性及认知功能,建立关键健康指标间的统计关联<sup>[5]</sup>。如, Onyekwere 等<sup>[25]</sup>探索可穿戴设备使用与老年人运动参与的关联,基于 3310 名老年人调查数据,结果发现,使用可穿戴设备人群其力量训练参与率增加 54.00%。未来,护理实践需进一步融合人工智能技术,运用深度学习提升数据分析精度,深入探索健康指标与生活质量间的关联性,提升老年人生活质量。

## 4 小结

近年来,可穿戴设备在老年照护中的研究逐步

攀升,各国机构间的合作较为密切,有利于共同面对全球老龄化的挑战。可穿戴设备不仅提升了老年人的健康监测与风险管理水平,以及改善运动管理与行为分析效率,还通过智能化的设计增强了老年人的生活质量。未来研究应深入探讨智能化可穿戴设备对老年照护的实际影响,护理实践应积极探索并融合新技术。

#### 【参考文献】

- [1] UNITED NATION.2024 world population prospects[EB/OL]. [2025-07-17].<https://population.un.org/wpp/>.
- [2] ZHENG P P, GUO Z L, DU X J, et al. Prevalence of disability among the Chinese older population: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(3): 1-17.
- [3] SOLE M L, TALBERT S, BENNETT M, et al. Collecting nursing research data 24 hours a day: challenges, lessons, and recommendations[J]. *Am J Crit Care*, 2018, 27(4): 305-311.
- [4] 国务院.“健康中国 2030”规划纲要[EB/OL]. [2025-07-17]. [https://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content\\_5133024.htm](https://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5133024.htm).
- [5] STAMATAKIS E, AHMADI M N, GILL J, et al. Association of wearable device-measured vigorous intermittent lifestyle physical activity with mortality[J]. *Nat Med*, 2022, 28(12): 2521-2529.
- [6] 林淑洁, 张立秀, 陈香萍, 等. 可穿戴设备在压力性损伤预防中的研究进展[J]. *军事护理*, 2023, 40(12): 93-95.
- [7] 傅利勤, 刘浩怡, 吴菁. 移动医疗技术在关节置换患者康复锻炼依从性干预中的研究进展[J]. *解放军护理杂志*, 2021, 38(3): 57-60.
- [8] 国家发展改革委. 关于印发 10 个物联网发展专项行动计划的通知[EB/OL]. [2025-07-17]. [https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/201309/t20130917\\_962141.html](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/201309/t20130917_962141.html)
- [9] CHEN C, HU Z, LIU S, et al. Emerging trends in regenerative medicine: a scientometric analysis in CiteSpace[J]. *Expert Opin Biol Ther*, 2012, 12(5): 593-608.
- [10] 国务院办公厅.《关于发展银发经济增进老年人福祉的意见》[EB/OL]. [2025-07-17]. [https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202401/content\\_6926137.htm](https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202401/content_6926137.htm).
- [11] KEKADE S, HSEIEH C H, ISLAM M M, et al. The usefulness and actual use of wearable devices among the elderly population [J]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29157447/>. DOI: 10.1016/j.cmpb.2017.10.008.
- [12] 工信部, 民政部, 国家卫健委. 智慧健康养老产业发展行动计划(2021-2025年)[EB/OL]. [2025-07-17]. [https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-10/23/content\\_5644434.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-10/23/content_5644434.htm).
- [13] TSAI T H, LIN W Y, CHANG Y S, et al. Technology anxiety and resistance to change behavioral study of a wearable cardiac warming system using an extended TAM for older adults[J/OL]. [2025-07-17]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6957166/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0227270.
- [14] LIAO Y F, TIAN S, LI Y M, et al. Ambient nano RF-energy driven self-powered wearable multimodal real-time health monitoring[J/OL]. [2025-07-17]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211285524006633>. DOI: 10.1016/j.nanoen.2024.109915.
- [15] PIERLEONI P, BELLI A, PALMA L, et al. A high reliability wearable device for elderly fall detection[J]. *IEEE Sens J*, 2015, 15(8): 4544-4553.
- [16] ANAYA D V, ZHAN K, TAO L, et al. Contactless tracking of humans using non-contact triboelectric sensing technology: enabling new assistive applications for the elderly and the visually impaired[J/OL]. [2025-07-17]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211285521007394>. DOI: 10.1016/j.nanoen.2021.106486.
- [17] PARK K N, KIM S H. Consumer wearable device-based measures of physical activity and energy expenditure in community-dwelling older adults with different levels of frailty: a STROBE compliant study[J/OL]. [2025-07-17]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9803429/>. DOI: 10.1097/MD.00000000000031863.
- [18] SUN F M, ZANG W L, GRAVINA R, et al. Gait-based identification for elderly users in wearable healthcare systems[J/OL]. [2025-07-17]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253519302039>. DOI: 10.1016/j.inffus.2019.06.023.
- [19] LOUREIRO M, ELIAS A, MACHADO F, et al. Analysis of gait kinematics in smart walker-assisted locomotion in immersive virtual reality scenario[J/OL]. [2025-07-17]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11398063/>. DOI: 10.3390/s24175534.
- [20] CHEN M, YANG J, ZHOU J H, et al. 5G-smart diabetes: toward personalized diabetes diagnosis with healthcare big data clouds [J]. *IEEE Commun Mag*, 2018, 56(4): 16-23.
- [21] MUANGPRATHUB J, SRIWICHIAN A, WANICHSONBAT A, et al. A novel elderly tracking system using machine learning to classify signals from mobile and wearable sensors[J/OL]. [2025-07-17]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8656729/>. DOI: 10.3390/ijerph182312652.
- [22] YOO R M, VIGGIANO B, PUNDI K N, et al. Scalable approach to consumer wearable postmarket surveillance: development and validation study[J/OL]. [2025-07-17]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11024395/>. DOI: 10.2196/51171.
- [23] CHAN C, KAN M, WONG A. Effects of peer- or professional-led support in enhancing adherence to wearable monitoring devices among community-dwelling older adults: systematic review of randomized controlled trials[J/OL]. [2025-07-17]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11224698/>. DOI: 10.2196/53607.
- [24] SAWAN A, AWAD M, QASRAWI R, et al. Hybrid deep learning and metaheuristic model based stroke diagnosis system using electroencephalogram (EEG) [J/OL]. [2025-07-17]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S174680942300887X>. DOI: 10.1016/j.bspc.2023.105454.
- [25] ONYEKWERE A O, OKOBI O E, IFIORA F C, et al. Association between wearable device use and levels of physical activity among older adults in the US: evidence from the 2019-2020 health information national trends survey[J/OL]. [2025-07-17]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10533366/>. DOI: 10.7759/cureus.44289.

(本文编辑:沈园园)