DOI：10.12287/j.issn.2096-8965.20250111

学科交叉背景下儿童青少年近视防控的流行病学研究进展与应用

李丹琳，谢佳煜，潘臣炜*

（苏州大学苏州医学院公共卫生学院，江苏 苏州 215123）

【摘要】近视已成为全球性的重大公共卫生问题，尤其在儿童青少年群体中日益严重。流行病学研究在近视防控领域发挥了重要作用，但面临诸多局限。面对这些局限，多学科交叉研究在近视防控领域展现出了必要性和潜力。本文分析了医工交叉、生物信息学以及其他相关学科在近视防控研究中的应用和优势，为未来的研究和防控策略提供新的思路和方法。

【关键词】近视；儿童青少年；流行病学；学科交叉；生物信息学

中图分类号：R778.1+1 **文献标识码**：A **文章编号**：2096-8965（2025）01-0073-05

Progress and applications of epidemiological research on myopia prevention and control for children and adolescents in the context of interdisciplinary research

Li Danlin, Xie Jiayu, Pan Chenwei*

(School of Public Health, Suzhou Medical College of Soochow University, Suzhou 215123, Jiangsu, China)

【**Abstract**】Myopia has become a major global public health concern, with its prevalence increasing significantly among children and adolescents. Epidemiological research has played a crucial role in myopia prevention and control, but it is faced with various limitations. This study aims to explore the applications and limitations of epidemiological research in this field. In the face of these limitations, interdisciplinary approaches have shown great necessity and potential in the field of myopia prevention and control. This study analyzes the applications and advantages of interdisciplinary approaches, such as medical-engineering integration and bioinformatics, along with other interdisciplinary approaches, in myopia prevention research. It provides new perspectives and approaches for future research and prevention strategies.

【**Keywords**】Myopia; Children and adolescents; Epidemiology; Interdisciplinary research; Bioinformatics

0 前言

近视是一种屈光不正，表现为眼睛在调节放松状态下，平行光线经过眼球折射后聚焦在视网膜前方，导致远处物体模糊不清。近年来，全球范围内儿童青少年近视的发病率急剧上升，已成为一个亟

收稿日期：2025-01-11；**修回日期**：2025-02-14

基金项目：国家重点研发计划项目（2024YFC2510800；2024YFC2510801）

通信作者：潘臣炜（1983-），男，上海人，教授，博士研究生导师，主要从事儿童青少年近视防控方面的研究，E-mail：pcwonly@gmail.com

待解决的公共卫生问题[1]。流行病学研究在近视防控领域的应用，为揭示近视的流行特征、影响因素和防控策略提供了重要依据[2]。然而，流行病学研究也面临诸多局限，如样本选择、数据收集和分析方法的限制等。因此，探索多学科交叉研究在近视防控领域的应用，具有重要的理论和实践意义。

1 流行病学研究在儿童青少年近视防控领域的应用和局限

1.1 流行病学研究的应用

流行病学研究通过收集和分析大量数据，揭示了近视在儿童青少年群体中的流行特征、影响因素和变化趋势。例如，Chen等[3]发现近视的发病率与年龄密切相关，平均发病年龄从2005年的10.6岁提早至2021年的7.6岁。Tricard等[4]通过一项全国性的纵向研究揭示了性别与近视的发病率之间的关联。Ip等[5]通过对12岁澳大利亚儿童的人群研究发现，父母近视对子女近视的影响存在种族差异，其中亚裔儿童的遗传易感性显著高于高加索儿童。Shi等[6]强调了用眼习惯对儿童青少年近视的影响。Pan等[7]通过分析新加坡不同种族人群（华人、印度人、马来人）的屈光不正发生率，揭示了种族间近视患病率的差异，并指出环境因素可能在其中起到调节作用。此外，Morgan等[8]基于东亚多国（中国、日本、韩国）的横断面研究进一步证实，城市化进程中的近距离用眼时间增加是近视高发的重要驱动因素。目前，流行病学研究通过队列研究、病例对照研究等方法，探讨了近视的发生机制和防控策略。这些研究为制定近视防控政策、指导临床实践提供了科学依据。例如，Holden等[9]通过全球数据分析预测，到2050年全球近视患病率将达50%，其中高度近视占比显著增加。此类研究不仅量化了近视的流行趋势，还通过地理信息系统技术揭示了区域差异，为针对性防控策略提供了数据支持。

1.2 流行病学研究的局限

尽管流行病学研究在近视防控领域取得了显著进展，但仍面临诸多局限。首先，样本选择和数据收集方法的限制可能导致研究结果存在偏差。例如，样本的代表性不足、数据收集过程中的误差和遗漏等都可能影响结果的准确性和可靠性。其次，流行病学研究通常关注群体水平上的关联和趋势，难以深入探讨个体间的差异和机制[10]。此外，流行病学研究还受时间、地域和文化背景等因素的影响，研究结果的可推广性受到限制。

2 多学科交叉研究在儿童青少年近视防控领域中的必要性和潜力

2.1 多学科交叉研究的必要性

近视的发生和发展涉及多个层面的因素，包括遗传[5,11]、环境[12]、生理[10]、心理[13]等。因此，单一学科的研究方法难以全面揭示其复杂机制。多学科交叉研究通过整合不同学科的知识和技术，可以从多个角度深入探讨近视的成因、发展规律和防控策略。例如，Kai等[12]发现，经济增长指标如国内生产总值的提高与视力降低的患病率增加有关，而较大的公园绿地面积和每10 000人的医院床位数量则可能对视力有保护作用。这些发现为设计近视预防策略提供依据。这种综合性的研究方法有助于打破学科壁垒，促进知识共享和技术创新，为近视防控研究提供新的思路和方法。以医工交叉为例，Cao等[14]开发了一款可穿戴设备，该设备能够监控佩戴者的近距离工作用眼距离，并自动将数据存储在其存储芯片中。因此，研究人员可以在实验完成后立即通过手机APP或云平台收集的数据进行分析。此类技术突破了传统流行病学数据收集的时空限制，显著提升了研究效率。

2.2 多学科交叉研究的潜力

多学科交叉研究在近视防控领域具有巨大的潜力。首先，通过整合遗传学、分子生物学、生理学等学科的知识和技术，可以深入探讨近视的遗传基础和生物学机制。例如，Dong等[15]通过孟德尔随机化研究揭示了不同睡眠特征与近视之间的关联。其次，结合环境科学、公共卫生等学科的研究方法，可以评估环境因素对近视的影响，为制定防控策略提供科学依据。Yang等[16]基于上海的前瞻性研究发现，增加户外活动时间对于降低超重儿童的近视风险尤为有效。此外，心理学、教育学等学科的研究也可以为近视防控提供有益的补充和支持[17]。通过多学科交叉研究，可以形成更加全面、深入的近视防控研究体系，为未来的研究和防控策略提供新的思路和方法。

3 医工交叉在儿童青少年近视防控领域的应用和优势

3.1 医工交叉在儿童青少年近视防控领域的应用

医工交叉是将医学与工程学相结合的一种跨学科研究方法。在近视防控领域，医工交叉的应用主要体现在以下几个方面：一是利用工程技术手段开发新型眼科检查设备和治疗方法，如角膜地形图仪[18]、激光角膜屈光手术（如飞秒激光辅助的准

分子激光原位角膜磨镶术）[19]等；二是运用生物医学工程方法开展近视的发病机制研究，如Liu等[20]通过角膜生物力学参数分析探讨眼球形态变化与近视的关系；三是结合人工智能、大数据等技术手段构建近视预测模型和防控策略，如Ying等[21]通过伞状综述识别出与近视相关的10个影响因素。这些应用为近视防控研究提供了新的技术手段和解决方案。

3.2 医工交叉在儿童青少年近视防控领域的优势

医工交叉在近视防控领域具有显著优势。首先，通过整合医学和工程学的知识和技术，开发出更加精准、高效的眼科检查设备和治疗方法，提高近视防控的准确性和有效性。其次，医工交叉有助于揭示近视的发病机制，为制定个性化的防控策略提供科学依据。此外，结合人工智能、大数据等技术手段，实现近视的智能化预测和防控，提高防控效率和效果。这些优势使得医工交叉在近视防控领域具有广阔的应用前景和发展空间。

4 生物信息学在儿童青少年近视防控领域的应用和优势

4.1 生物信息学的应用

生物信息学是运用计算机科学和信息技术手段，对生物数据进行收集、存储、分析和解释的一门学科。在近视防控领域，生物信息学的应用主要体现在以下几个方面：一是利用基因组学、转录组学等技术手段，开展近视相关基因的筛选和功能研究[22]。二是通过蛋白质组学、代谢组学等方法，探讨近视发生过程中的生物标志物和代谢途径。例如，Hou等[23]总结了近视中潜在的代谢生物标志物和通路。三是结合生物信息学算法和模型，构建近视预测和风险评估体系。研究[24]利用机器学习算法，基于血清代谢物和临床特征，开发出预测儿童和青少年近视性视网膜病变早期发作的组合参数。这些应用为揭示近视的生物学机制和制定防控策略提供了有力支持。

4.2 生物信息学的优势

生物信息学在近视防控领域具有显著优势。首先，通过高通量测序等技术手段，快速、准确地筛选出近视相关基因和变异位点，为揭示近视的遗传基础提供重要线索。其次，生物信息学方法可以对大量生物数据进行整合和分析，发现近视发生过程中的关键生物标志物和代谢途径，为制定个性化的防控策略提供科学依据。此外，结合生物信息学算法和模型，实现近视的精准预测和风险评估，提高防控效率和效果。这些优势使得生物信息学在近视防控领域具有广阔的应用前景和发展潜力。

5 其他相关学科的交叉在儿童青少年近视防控领域的应用

除了医工交叉和生物信息学外，其他相关学科的交叉也在近视防控领域发挥了重要作用。Zhang等[25]发现视力相关生活质量降低与光学矫正近视儿童心理健康状况较差相关。这一发现强调了心理学研究在探讨近视对儿童青少年心理健康影响中的重要性，为制定心理干预措施提供科学依据。教育学研究可以评估教育环境、用眼习惯等因素对近视的影响，为改善教育环境和用眼习惯提供建议[26]。张锡彦等[27]基于江苏省学生常见病监测、队列及干预研究，发现学校环境监测指标，如人均面积、黑板及课桌面积等相关指标达标对学生近视发生发展具有保护作用。环境科学研究可以评估环境因素如光照[28]、空气质量等对近视的影响，为制定环境干预措施提供科学依据。最近一项研究[29]发现，每日的户外活动时长与儿童青少年的眼轴长度变化呈负相关关系。例如，环境科学与教育学的交叉研究揭示了环境调整与行为教育对小学生近视变化的影响：一项研究[30]结合开展用眼健康教育（教育学）和增加户外教学时间（环境科学），发现对控制近视变化有显著影响。此类协同机制表明，跨学科整合可突破单一领域的理论局限，为防控策略提供多维解决方案。这些学科的交叉研究助力构建更全面深入的近视防控研究体系，为未来的研究和防控策略提供新的思路和方法。

6 总结和展望

流行病学研究在儿童青少年近视防控领域发挥了重要作用，但仍面临诸多局限。多学科交叉研究通过整合不同学科的知识和技术，可以从多个角度深入探讨近视的成因、发展规律和防控策略。医工交叉、生物信息学以及其他相关学科的交叉研究在近视防控领域具有广阔的应用前景和发展潜力。例如，通过医工交叉合作，利用电子病历屈光数据和机器学习技术开发一种算法，可用于预测中国学龄儿童在未来特定时间点高度近视的发作[31]。此类案例表明，多学科成果的临床转化是提升防控效能的关键。未来，随着科技的不断进步和学科交叉研究的深入发展，有望出现更加精准、高效的近视防控研究方法和解决方案。同时，加强国际合作与交流，推动学科交叉研究的深入发展，也是未来近视防控研究的重要方向。

在未来的研究中，应该注重以下几个方面：一是加强基础理论研究，深入探讨近视的遗传、环境和生物学机制；二是开展大规模、多中心的流行病学研究，揭示近视的流行特征和影响因素；三是推动技术创新和成果转化，开发新型眼科检查设备和治疗方法；四是加强跨学科合作与交流，形成更加全面、深入的近视防控研究体系；五是加强科普宣传和教育，提高公众对近视防控的认识和重视程度。通过这些努力，可以为儿童青少年近视防控事业做出更大的贡献。

参考文献

[1] 慕璟玉, 王雁, 杨依宁, 等. 近视的流行病学、病因学与发病机制研究现状[J]. 眼科新进展， 2021, 41(11): 1089-1096.

[2] 吕帆，陈屹雅. 近视眼流行病学研究的迭代与意义[J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(4): 245-250.

[3] CHEN Z, GU D, WANG B, et al. Significant myopic shift over time: Sixteen-year trends in overall refraction and age of myopia onset among Chinese children, with a focus on ages 4-6 years[J]. Journal of Global Health, 2023, 13: 04144.

[4] TRICARD D, MARILLET S, INGRAND P, et al. Progression of myopia in children and teenagers: A nationwide longitudinal study[J]. The British Journal of Ophthalmology, 2022, 106(8): 1104-1109.

[5] IP J M, HUYNH S C, ROBAEI D, et al. Ethnic differences in the impact of parental myopia: Findings from a population-based study of 12-year-old Australian children[J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2007, 48(6): 2520-2528.

[6] SHI J J, WANG Y J, LYU P P, et al. Effects of school myopia management measures on myopia onset and progression among Chinese primary school students[J]. BMC Public Health, 2023, 23(1): 1819.

[7] PAN C W, ZHENG Y F, ANUAR A R, et al. Prevalence of refractive errors in a multiethnic Asian population: The Singapore epidemiology of eye disease study[J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2013, 54(4): 2590-2598.

[8] MORGAN I G, OHNO-MATSUI K, SAW S M. Myopia [J]. Lancet, 2012, 379(9827): 1739-1748.

[9] HOLDEN B A, FRICKE T R, WILSON D A, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050[J]. Ophthalmology, 2016, 123(5): 1036-1042.

[10] ZHOU X, PARDUE M T, IUVONE P M, et al. Dopamine signaling and myopia development: What are the key challenges[J]. Progress in Retinal and Eye Research, 2017, 61: 60-71.

[11] GEORGIOU M, FUJINAMI K, ROBSON A G, et al. RBP3-retinopathy——Inherited high myopia and retinal dystrophy: Genetic characterization, natural history, and deep phenotyping[J]. American Journal of Ophthalmology, 2024, 258: 119-129.

[12] KAI J Y, LI D L, HU H H, et al. Impact of area-level socioeconomic and environmental measures on reduced visual acuity among children and adolescents[J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2023, 64(7): 23.

[13] 吴慧, 谢龙堂, 胡媛媛, 等. 儿童青少年心理健康与屈光度相关性分析[J]. 中国公共卫生, 2022, 38(12): 1523-1527.

[14] CAO Y P, LAN W Z, WEN L B, et al. An effectiveness study of a wearable device (Clouclip) intervention in unhealthy visual behaviors among school-age children: A pilot study[J]. Medicine, 2020, 99(2): e17992.

[15] DONG X X, XIE J Y, LI D L, et al. Association of sleep traits with myopia in children and adolescents: A meta-analysis and Mendelian randomization study[J]. Preventive Medicine, 2024, 180: 107893.

[16] YANG J L, LI D L, CHEN J, et al. Effect modification of time spent outdoors on the association between early childhood overweight and myopia: A one-year follow-up study[J]. Journal of Public Health, 2024, 46(1): 107-115.

[17] 尤佳璐, 惠延年, 张乐. 近视对青少年心理健康影响的研究方法与进展[J]. 国际眼科杂志, 2022, 22(11): 1827-1831.

[18] 谢军谊, 黄海娥, 孙康, 等. 角膜地形图引导的FS-LASIK与TICL植入术矫正近视合并中高度散光的疗效[J]. 国际眼科杂志, 2022, 22(9): 1595-1597.

[19] 侯思梦, 张景尚, 万修华. 高度近视手术矫正及治疗方法研究进展[J]. 眼科新进展, 2018, 38(10): 921-924.

[20] LIU M X, ZHU K Y, LI D L, et al. Corneal biomechanical characteristics in myopes and emmetropes measured by corvis ST: A meta-analysis[J]. American Journal of Ophthalmology, 2024, 264: 154-161.

[21] YING Z Q, LI D L, ZHENG X Y, et al. Risk factors for myopia among children and adolescents: An umbrella review of published meta-analyses and systematic reviews [J]. The British Journal of Ophthalmology, 2024, 108(2): 167-174.

[22] JIANG L, GOH D X, KOH J H Z, et al. Applications of genomics and transcriptomics in precision medicine for myopia control or prevention[J]. Biomolecules, 2023, 13 (3): 494.

[23] HOU X W, WANG Y, KE C, et al. Metabolomics facilitates the discovery of metabolic profiles and pathways for myopia: A systematic review[J]. Eye, 2023, 37(4): 670-677.

[24] HOU X W, YANG J L, LI D L, et al. Machine learning-based integration of metabolomics characterisation

predicts progression of myopic retinopathy in children and adolescents[J]. Metabolites, 2023, 13(2): 301.

[25] ZHANG W, CHANG S, JIANG J, et al. Association between vision-related quality of life and mental health status in myopia children using various optical correction aids[J]. Contact Lens and Anterior Eye, 2024, 47(5): 102287.

[26] CLARK R, KNEEPKENS S C M, PLOTNIKOV D, et al. Time spent outdoors partly accounts for the effect of education on myopia[J]. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2023, 64(14): 38.

[27] 张锡彦, 周永林, 张凤云, 等. 教室环境与学生近视的关联研究[J]. 中华流行病学杂志, 2023, 44(4): 598-606.

[28] KIDO A, MIYAKE M, WATANABE N. Interventions to increase time spent outdoors for preventing incidence and progression of myopia in children[J]. The Cochrane Database of Systematic Reviews, 2024, 6(6): Cd013549.

[29] BAO W W, ZHAO Y, DADVAND P, et al. Urban greenspace and visual acuity in schoolchildren: A large prospective cohort study in China[J]. Environment International, 2024, 184: 108423.

[30] WU P C, TSAI C L, WU H L, et al. Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in schoolchildren[J]. Ophthalmology, 2013, 120(5): 1080-1085.

[31] LIN H, LONG E, DING X, et al. Prediction of myopia development among Chinese school-aged children using refraction data from electronic medical records: A retrospective, multicentre machine learning study[J]. PLoS Medicine, 2018,15(11): e1002674.

（上接第72页）

conditioned taste aversion[J]. Nature Communication, 2016, 7:13770.

[24] LI W, ZHANG S, PENG W, et al. Whole-brain in vivo base editing reverses behavioral changes in Mef2c mutant mice[J]. Nat Neurosci, 2024, 27: 116-128.

[25] YANG K, CHENG C, YUAN Y T, et al. Extension of the lifespan of a mouse model of rett syndrome by intracerebroventricular delivery of MECP2[J]. Neuroscience Bulletin, 2022, 39(2): 297-302.

[26] AMEIS S H, BLUMBERGER D M, CROARKIN P E, et al. Treatment of executive function deficits in autism spectrum disorder with repetitive transcranial magnetic stimulation: A double-blind, sham-controlled, pilot trial[J]. Brain Stimul, 2020, 13(3): 539-547.

[27] MASUDA F, NAKAjIMA S, MIYAZAKI T, et al. Clinical effectiveness of repetitive transcranial magnetic stimulation treatment in children and adolescents with neurodevelopmental disorders: A systematic review[J]. Autism, 2019, 23(7): 1614-1629.

[28] CHUNG S W, HILL A T, ROGASCH N C, et al. Use of theta-burst stimulation in changing excitability of motor cortex: A systematic review and meta-analysis[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2016, 63: 43-64.

[29] LYNCH G, KRAMÁR E A, BABAYAN A H, et al. Differences between synaptic plasticity thresholds result in new timing rules for maximizing long-term potentiation [J]. Neuropharmacology, 2013, 64(1): 27-36.

[30] COLE E J, STIMPSON K H, BENTZLEY B S, et al. Stanford accelerated intelligent neuromodulation therapy for treatment-resistant depression[J]. Am J Psychiatry, 2020, 177(8): 716-726.

[31] ZHU T, YAN Y, DENG S, et al. Methyleugenol counteracts anorexigenic signals in association with GABAergic inhibition in the central amygdala[J]. Neuropharmacology, 2018, 141: 331-342.

[32] FAN H R, DU W F, ZHU T, et al. Quercetin reduces cortical GABAergic transmission and alleviates MK-801-induced hyperactivity[J]. EBioMedicine, 2018 , 34: 201-213.

[33] ZHANG L, HUANG C C, DAI Y, et al. Symptom improvement in children with autism spectrum disorder following bumetanide administration is associated with decreased GABA / glutamate ratios[J]. Transl Psychiatry, 2020, 10(1): 9.

[34] DAI Y, ZHANG L, YU J, et al. Improved symptoms following bumetanide treatment in children aged 3~6 years with autism spectrum disorder: A randomized,double-blind, placebo-controlled trial[J]. Sci Bull, 2021, 66(15): 1591-1598.

[35] LI Q, ZHANG L, SHAN H, et al. The immuno-behavioural covariation associated with the treatment response to bumetanide in young children with autism spectrum disorder [J]. Transl Psychiatry, 2022, 12(1): 228.

[36] LI F, TANG Y, LI F, et al. Psychological distress in parents of children with autism spectrum disorder: A cross-sectional study based on 683 mother-father dyads [J]. J Pediatr Nurs, 2022, 65: e49-e55.

[37] 吴丹萍, 任芳, 沈理笑, 等. 孤独症谱系障碍ImPACT干预方案的改编及适应性调查[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2022, 42(9): 1239-1246.

[38] 吕娜, 章玲丽, 任芳, 等. 孤独症谱系障碍RUBI-PT方案的改编及适应性调查[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2024, 44(3): 291-298.