中山大学 中山眼科中心 ZHONGSHAN OPHTHALMIC CENTER, SUN YAT-SEN UNIVERSITY

全文收录于 Lighthouse Scholar

眼科学报

官网：journal.gzzoc.org.cn



doi: 10.12419/25071001
View this article at: https://doi.org/10.12419/25071001

• 论 著 •

中国大陆地区青光眼致盲负担趋势：1990—2021 年

肖 悦，陈健祺，卓业鸿，朱颖婷

(中山大学中山眼科中心，眼病防治全国重点实验室，广东省眼科视觉科学重点实验室，广州 510060)

文章亮点

1. 关键发现

• 1990—2021 年间，中国大陆地区青光眼致盲负担呈现显著下降趋势，男性致盲负担较女性更为显著。青光眼致盲风险随年龄的增长而升高，时期效应和出生队列效应对青光眼防盲进展产生重要影响。

2. 已知与发现

• 目前国内关于青光眼患病趋势的研究多为单一地区数据，缺乏关于我国青光眼疾病负担与长期趋势的系统研究。本研究通过分析全球疾病负担数据库中的中国大陆地区青光眼致盲数据，为青光眼防盲提供流行病学依据。

3. 意义与改变

• 通过量化分析过去三十余年间青光眼致盲负担的变化趋势和年龄-时期-队列模式，为我国未来青光眼防盲工作提供参考。

[摘　要]　**目的：**青光眼是全球首位不可逆致盲眼病。本研究基于 2021 年全球疾病负担 (Global Burden of Disease, GBD) 数据库，分析 1990—2021 年中国大陆地区青光眼致盲的流行病学特征及趋势，为制定防盲策略提供科学依据。**方法：**从 GBD 2021 数据库提取 1990—2021 年中国大陆地区青光眼致盲及人口学数据。采用 Joinpoint 回归模型分析青光眼致盲负担的时间趋势，计算年度百分比变化 (annual percentage change, APC)、平均年度百分比变化 (average annual percentage change, AAPC) 及其 95% 置信区间 (confidence interval, CI)。通过年龄-时期-队列模型评估年龄、时期和出生队列对致盲负担的影响，计算净漂移、局部漂移、时期相对风险、队列相对风险及拟合纵向年龄曲线。**结果：**1990—2021 年间，

收稿日期(Received): 2025-07-23; **修订日期(Revised):** 2025-08-19; **接收日期(Accepted):** 2025-09-10

通信作者(Corresponding author): 朱颖婷，Email: zhuyt35@mail.sysu.edu.cn

基金项目(Foundation items): 国家自然科学基金 (82471074)；广东省基础与应用基础研究基金 (2024A1515013058)；广东省高等学校重大致盲眼病防治基础研究卓越中心 (2024-PIZC-022)。This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (82471074), Guangdong Basic and Applied Basic Research Foundation (2024A1515013058), and the Guangdong Basic Research Center of Excellence for Major Blinding Eye Diseases Prevention and Treatment (2024-PIZC-022).

作者贡献声明：1) 构思设计：陈健祺，朱颖婷；2) 行政支持：卓业鸿，朱颖婷；3) 提供研究材料：肖悦，陈健祺；4) 数据收集与汇总：肖悦，陈健祺；5) 数据分析与解读：肖悦，陈健祺；6) 稿件撰写：肖悦，陈健祺；7) 稿件最终修订与同意：所有作者

Contributions: Conception and design: CHEN Jianqi, ZHU Yingting; Administrative support: ZHUO Yehong, ZHU Yingting; Provision of study materials: XIAO Yue, CHEN Jianqi; Collection and assembly of data: XIAO Yue, CHEN Jianqi; Data analysis and interpretation; XIAO Yue, CHEN Jianqi; Manuscript writing: XIAO Yue, CHEN Jianqi; Final approval of manuscript: All authors

电子全文

中国青光眼致盲总病例数有所增加，但致盲率呈显著下降趋势，从 1990 年的 56.83/10 万 (不确定性区间：45.93~69.96) 降至 2021 年的 23.32/10 万 (不确定性区间：18.46~28.84)，AAPC 为 −2.63(95% CI：−2.75~−2.50，*P*<0.001)。男性青光眼致盲负担高于女性，但男性致盲负担下降趋势更为明显。青光眼致盲风险随年龄增长而上升，时期风险和出生队列风险均呈改善趋势。**结论：**1990 年以来，中国青光眼致盲负担显著下降，反映了防盲工作和技术进步的成效。未来需进一步优化全人群眼健康管理策略，以持续降低青光眼致盲风险。

[关键词] 青光眼；疾病负担；全球疾病负担；年龄-时期-队列模型；时间趋势

[中图分类号] R775，R181.3，R771.3 **[文献标志码]** A

引用本文：肖悦, 陈健祺, 卓业鸿, 朱颖婷. 中国大陆地区青光眼致盲负担趋势：1990—2021 年[J]. 眼科学报, 2026, 41(4): 275-283. DOI: 10.12419/25071001.

Trends in glaucoma-related blindness burden in the Chinese mainland, 1990–2021

XIAO Yue, CHEN Jianqi, ZHUO Yehong, ZHU Yingting

(State Key Laboratory of Ophthalmology, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Ophthalmology and Visual Science, Guangzhou 510060, China)

Abstract **Objective**: Glaucoma is the leading cause of irreversible blindness worldwide. This study aimed to use the Global Burden of Disease (GBD) 2021 database to analyze the epidemiological patterns of glaucoma-related blindness in the Chinese mainland from 1990 to 2021, providing evidence for the development of blindness prevention strategies. **Methods**: Data on glaucoma-related blindness and demographics information from the Chinese mainland were extracted from the GBD 2021 database. Joinpoint regression analysis was used to evaluate the temporal trends in the burden of glaucoma-related blindness.This was achieved by calculating the annual percentage change (APC), the average annual percentage change (AAPC), and their corresponding 95% confidence intervals (CI). Additionally, the age-period-cohort model was employed to assess the impacts of age, period, and cohort on the burden of blindness. This was done by calculating net drift, local drift, period relative risk, cohort relative risk, and fitted longitudinal age curves. **Results**: Between 1990 and 2021, the total number of cases of glaucoma-related blindness in the Chinese mainland increased. However, the prevalence rate of blindness decreased significantly, dropping from 56.83 cases per 100,000 population (uncertainty interval [UI]: 45.93 to 69.96) in 1990 to 23.32 cases per 100,000 population (UI: 18.46 to 28.84) in 2021, with an AAPC of −2.63 (95% CI: −2.75 to −2.50, *P*<0.001). The burden of glaucoma-related blindness was higher among males than among females, but the decline in the prevalence of blindness was more marked in males. The risk of glaucoma-related blindness increased substantially with age, while risks associated with the period and cohort showed a decreasing trend. **Conclusions**: Since 1990, the burden of glaucoma-related blindness in the Chinese mainland has witnessed a significant reduction, which reflects the success of blindness prevention efforts. Continuously optimizing comprehensive strategies for eye health management is crucial to further reduce the incidence of blindness associated with glaucoma.

Keywords glaucoma; disease burden; global burden of disease; age-period-cohort model; time trends

Cite this article as: XIAO Yue, CHEN Jianqi, ZHUO Yehong, ZHU Yingting. Trends in glaucoma-related blindness burden in the Chinese mainland, 1990–2021[J]. Yan Ke Xue Bao, 2026, 41(4): 275-283. DOI: 10.12419/25071001.

青光眼作为全球首位不可逆性致盲眼病，给患者家庭和社会造成巨大的危害和负担。据估计，到 2040 年，全球青光眼患者人数将增加到 1.118 亿[1]，中国青光眼患者人数也将在2050 年达到2 516 万[2]。青光眼患病机制涉及眼压升高、视神经退行性变等[3]，其风险因素不仅涉及年龄增长导致的眼部结构改变 (如晶状体老化和小梁网功能减退)，还涉及遗传因素、不良生活习惯、系统性疾病 (如糖尿病、高血压、高胆固醇血症) 等[4-6]。青光眼早期症状隐匿，多数患者确诊时已存在不可逆的视力损伤，早发现、早干预是青光眼防盲的关键[7]。

先前，部分研究初探了中国广州市荔湾区青光眼疾病负担及相关趋势，为中国眼病防治提供了重要参考[8]。然而，作为长期以来的首位不可逆致盲负担，中国青光眼的致盲趋势尚未得到充分评估。本研究利用全球疾病负担 (Global Burden Disease, GBD) 2021 数据库，系统分析青光眼致盲趋势的时期特征及人群异质性，包括 Joinpoint 回归探究中国大陆地区青光眼致盲趋势，以及年龄-时期-队列模型探究年龄、时代和出生队列对致盲负担的贡献，旨在为制定精准防控策略提供依据。

1　材料与方法

1.1　数据来源

本研究利用 GBD2021 数据库，提取了中国大陆地区青光眼致盲负担数据[9]。GBD 研究的原始数据来源广泛，包含人口普查、家庭调查、民事登记、生命统计、疾病登记和卫生服务利用数据等。该研究对 204 个国家和地区的 371 种疾病和伤害的流行病学指标进行估计，如发病率、患病率、死亡率、寿命损失年 (year of life lost, YLL)、因伤残导致的健康寿命损失年 (year lived with disability, YLD) 和伤残调整生命年 (disability-adjusted life year, DALY) 等。其估算采用时空平滑模型、缺失值插补算法等校正数据偏差。为解释和传达不确定性，GBD 研究在其分析框架内估计了所有流行病学指标的 95% 不确定区间[10]。在 GBD 2021 中，青光眼病例根据国际疾病分类第十次修订代码 (H40-H40.9, H42-H42.8) 及国际疾病分类第九次修订代码 (365-365.9) 确定，盲定义为斯内伦视力<3/60 或以中央注视点为中心,视野范围≤10°。

1.2　数据分析

采用 Joinpoint 回归分析 1990—2021 年中国大陆地区青光眼相关盲的时间趋势[11]。该方法假定研究期间疾病负担呈现线性趋势，随之引入一个连接点以表征趋势变化，采用置换检验比较连接点模型与线性模型，以评估显著性，若连接点具有统计显著性，则保留该连接点。为避免过拟合，本研究将允许的最大连接点数设为 3，这有助于控制模型的复杂性，确保模型捕捉数据中的主要趋势，而非过拟合噪声。变化程度通过年度百分比变化 (annual percentage change, APC) 和平均年度百分比变化(average annual percentage change, AAPC) 值及其对应的 95% 置信区间 (confidence interval, CI) 进行量化。APC 是衡量不同连接点之间变化率的统计指标，代表每个时间区间的斜率，AAPC 则提供指定时期内趋势的总体概述，AAPC 的计算为连接点模型中 APC 值的加权平均，其计算时间范围为整个研究周期 (1990—2021 年)。

本研究采用年龄-时期-队列模型探究青光眼相关盲的年龄、时期和出生队列效应模式[12]。在流行病学研究中，年龄效应指不同年龄组之间的变异，队列效应指在不同时期出生的个体之间的变异，时期效应指由于社会、经济和环境变化导致的随时间变化的变异，这些变化影响所有年龄和出生队列。研究年龄-时期-队列效应的模式，有助于评估过去政策干预的效果，并确定未来青光眼防治的重点。计算一系列关键参数，包括净漂移、局部漂移、时期相对风险、队列相对风险以及纵向年龄曲线。净漂移衡量研究期间预期患病率的总体变化，而局部漂移则衡量各年龄组患病率变化。通过将各时期的患病率与预设参考时期的患病率进行比较，可计算出时期相对风险，队列相对风险则通过将各队列的患病率除以参考队列的患病率计算得出。在调整时期偏差后，纵向年龄曲线计算了参考队列中各年龄组的预期患病率。考虑到 GBD 研究以 5 岁为年龄间隔，本研究以 5 年为间隔对时期和队列进行分段，将最近 30 年

(即 1990—2021 年) 纳入考虑。GBD 研究中青光眼年龄段 (45~95 岁及以上) 被划分为 11 个年龄组，研究周期 (1990—2021 年) 划分为 6 个时期，出生队列由时期减去年龄得到，共切分为有重叠的 16 组。最低年龄组 (45~49 岁) 和最早时期组 (1990—1996 年) 被选作参照。

Joinpoint 分析和年龄-时期-队列分析分别通过美国国家癌症研究所开发的 Joinpoint 趋势分析软件和年龄-时期-队列模型网页工具进行。由于本分析基于公开数据集，因此无需伦理审批和知情同意。

2 结果

2.1 中国大陆地区青光眼致盲负担

在 1990 年，中国大陆地区青光眼致盲病例数为 36.8 万 (不确定性区间：29.0 万~45.7 万)，其中男性为 20.8 万 (不确定性区间：16.4 万~25.7 万)、女性为 16.0 万 (不确定性区间：12.5 万~20.1 万)，对应的年龄调整致盲患病率分别为每 10 万人口 56.83(不确定性区间：45.93~69.96)、72.10 (不确定性区间：58.39~88.16) 和 45.78 (不确定性区间：37.00~56.55)。1990—2021 年间，尽管青光眼致盲总例数有所上升，但致盲患病率呈下降趋势。2021 年，总青光眼致盲例数分别为总体 47.0 万 (不确定性区间：36.7 万~58.5 万)、男性 24.4 万 (不确定性区间：19.1 万~30.3 万)、女性 22.6 万 (不确定性区间：17.7 万~28.2 万)，对应的年龄调整致盲患病率分别为每 10 万人口 23.32(不确定性区间：18.46~28.84)、26.47 (不确定性区间：21.19~32.57)、20.69 (不确定性区间：16.32~25.69)，见表 1。

2.2 中国大陆地区青光眼致盲趋势

根据 Joinpoint 回归，1990—2021 中国大陆地区青光眼致盲趋势共识别到 3 个连接点，分别为 1994 年、2000 年及 2006 年。1990—2021 年，总体呈下降趋势，AAPC 为−2.63 (95% CI，−2.75 ~ −2.50，P<0.001)，男性(AAPC为−2.92，95%CI:−3.07~−2.75，P<0.001) 下降趋势快于女性 (AAPC 为 −2.37，95% CI: −2.48 ~ −2.25，P<0.001)，见表 1。具体而言，青光眼致盲在 1990—1994 年、2000—2021 年间下降，而在 1994—2000 年间有上升趋势，见图 1。

2.3 中国大陆地区青光眼致盲年龄-时期-队列特征

年龄-时期交互结果显示，中国大陆地区青光眼相关盲的患病率随年龄上升而增长，同一年龄段随时期推移呈下降趋势 (图 2A)；年龄-队列交互结果呈现了类似的年龄相关性规律，但在同一年龄段中，早期出生队列中出现了短暂的上升趋势 (图 2B)；时期-队列交互结果亦呈现了年龄相关性规律 (图 2C)。

进一步分析显示，除女性 45~49 岁年龄组外 (局部漂移：−0.35，95% CI:−1.06~0.37)，其余所有年龄组青光眼致盲患病率均显著下降，男性下降速度快于女性 (图 3A)。纵向年龄曲线显示，青光眼致盲年龄风险自 60~64 岁开始显著上升，至 85~89 岁达峰，男性年龄效应大于女性 (图 3B)。时期风险比显示，时期风险在 1992—1996 年至

表 1 中国大陆地区 1990—2021 年青光眼致盲负担趋势分析

Table 1 Trend analysis of glaucoma-related blindness in Chinese mainland, 1990—2021

性别	病例数，1990	年龄调整患病率/10万人，1990	病例数，2021	年龄调整患病率/10万人，2021	平均年变化率/%，1990—2021	*P*值
全体	367 949.31 (289 907.74, 457 291.57)	56.83 (45.93, 69.96)	469 630.92 (367 076.40, 585 169.60)	23.32 (18.46, 28.84)	−2.63 (−2.75, −2.50)	<0.001
男性	208 177.17 (163 847.76, 257 113.87)	72.10 (58.39, 88.16)	244 076.76 (191 292.13, 303 299.49)	26.47 (21.19, 32.57)	−2.92 (−3.07, −2.75)	<0.001
女性	159 772.14 (125 257.08, 200 815.13)	45.78 (37.00, 56.55)	225 554.16 (176 842.47, 282 463.27)	20.69 (16.32, 25.69)	−2.37 (−2.48, −2.25)	<0.001

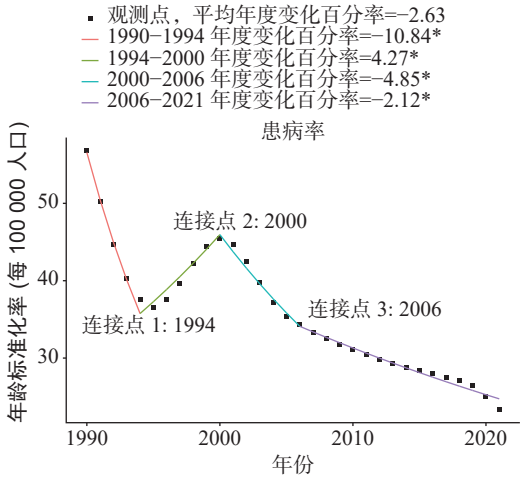


图 1　中国大陆地区青光眼致盲趋势的 Joinpoint 回归分析
Figure 1　Joinpoint regression analysis of the trend in glaucoma-related blindness in the Chinese mainland

1997—2001 年间上升，之后持续下降，女性时期风险大于男性 (图 3C)。队列风险比显示，队列风险持续下降，早期出生队列中男性风险更高，随后两性队列风险逐渐趋同 (图 3D)。

3　讨论

本研究基于 GBD 2021 数据集的分析，揭示了以下规律：1) 1990—2021 年间，中国大陆地区青光眼致盲率总体呈现显著下降趋势。2) 我国男性青光眼致盲负担高于女性，但男性致盲负担下降速度更快。3) 青光眼致盲风险随年龄增长显著增加，时期风险和出生队列风险逐步改善。

本研究表明，在过去 30 余年间，中国青光眼防盲工作取得了显著进展。目前青光眼诊断率存在显著的全球差异，在高收入国家，有不到一半的青光眼患者能被及时诊断[13-14]；而在中低收入国家，未被诊断比例高达 90% 以上，且据估计，这些地区约 35% 的患者在确诊时已处于失明状态[15-16]。1994—2000 年中国大陆地区青光眼致盲率出现上升趋势，很可能是过去医疗资源相对匮乏、筛查不普及，有大量青光眼患者未被发现[7-8]，随着医疗条件的改善，被发现的患者增多，可能会使青光眼致盲率在一定时期内呈现上升趋势。2000 年后抗青光眼药物 (如前列腺素类、β 受体阻滞剂) 的广泛应用，有效提高了眼压控制率[17-19]，整体的防治水平得到有效提升。

我国男性青光眼致盲负担高于女性，这与男性和女性的眼部结构和生理差异相关。女性眼部解剖有前房浅、眼轴短、角膜小、晶体厚及位置相对靠前等特点[20]。女性更易患上原发性闭角型青光眼 (primary angle-closure glaucoma, PACG)，而男性更易患原发性开角型青光眼 (primary open-angle glaucoma, POAG)[2]。PACG 早期症状较明显，有眼痛、视力骤降等，就医及时性可能更好；POAG 早期无明显症状，易被忽视，导致视神经损伤更严重时才确诊，进而增加致盲风险[21]。此外还有大量研究表明，雌激素可通过多种途径降低青光眼风险，可以调节小梁网细胞外基质代谢，促进房水外流以降低眼压[22]；同时可改善眼内血液循环，增加睫状体、视网膜等组织的血供[23]。临床研究表明绝经年龄较早的女性 POAG 发病风险显著增加[24]，也从侧面反映出雌激素具有保护作用。相比之下，男性体内雌激素水平相对较低，雌激素对视网膜、视神经等组织的保护效应较弱，使得在青光眼中视功能更容易受损，进而导致青光眼致盲负担相较于女性更重。青光眼致盲负担的男性下降趋势显著快于女性，这与疾病类型特征及社会因素密切相关。男性 POAG 患病率比女性更高，POAG 因早期症状隐匿，其病情控制高度依赖定期随访与局部药物规范治疗，而眼压监测技术及新型降眼压药物的进步[18, 25]，显著提升了该群体的治疗效果与疾病控制率。女性青光眼下降趋势不如男性显著，还可能是因为传统观念、经济条件、文化水平等因素的影响，导致女性青光眼防控相对滞后，从而增加了致盲的风险[26]。

随着年龄的增长，青光眼致盲率呈现上升趋势，反映出高龄是青光眼发病和病情进展的重要危险因素[17]，而时期效应推移致盲率下降，得益于我国眼科医疗近 30 年间的技术进步，以及早期筛查的普及和公众眼健康意识提升[27]，队列风险的逐渐下降，则可归因于生活环境改善，医疗进步和健康意识提升[28]。具体来说，随着年龄的增长，青光眼致盲年龄风险显著上升，中老年群体眼球结构退行性改变致房水排出受阻、眼压升高，视神经对高眼压耐受性下降，且全身疾病影响眼部血液循环和营养供给[29]，增加致盲风险。时期风险结果显示，在 1992—1996 年到 1997—2001 年间，由于公共卫生体系对青光眼疾病的诊疗体系尚不完善，导致青光眼的干预存在滞后性，使得

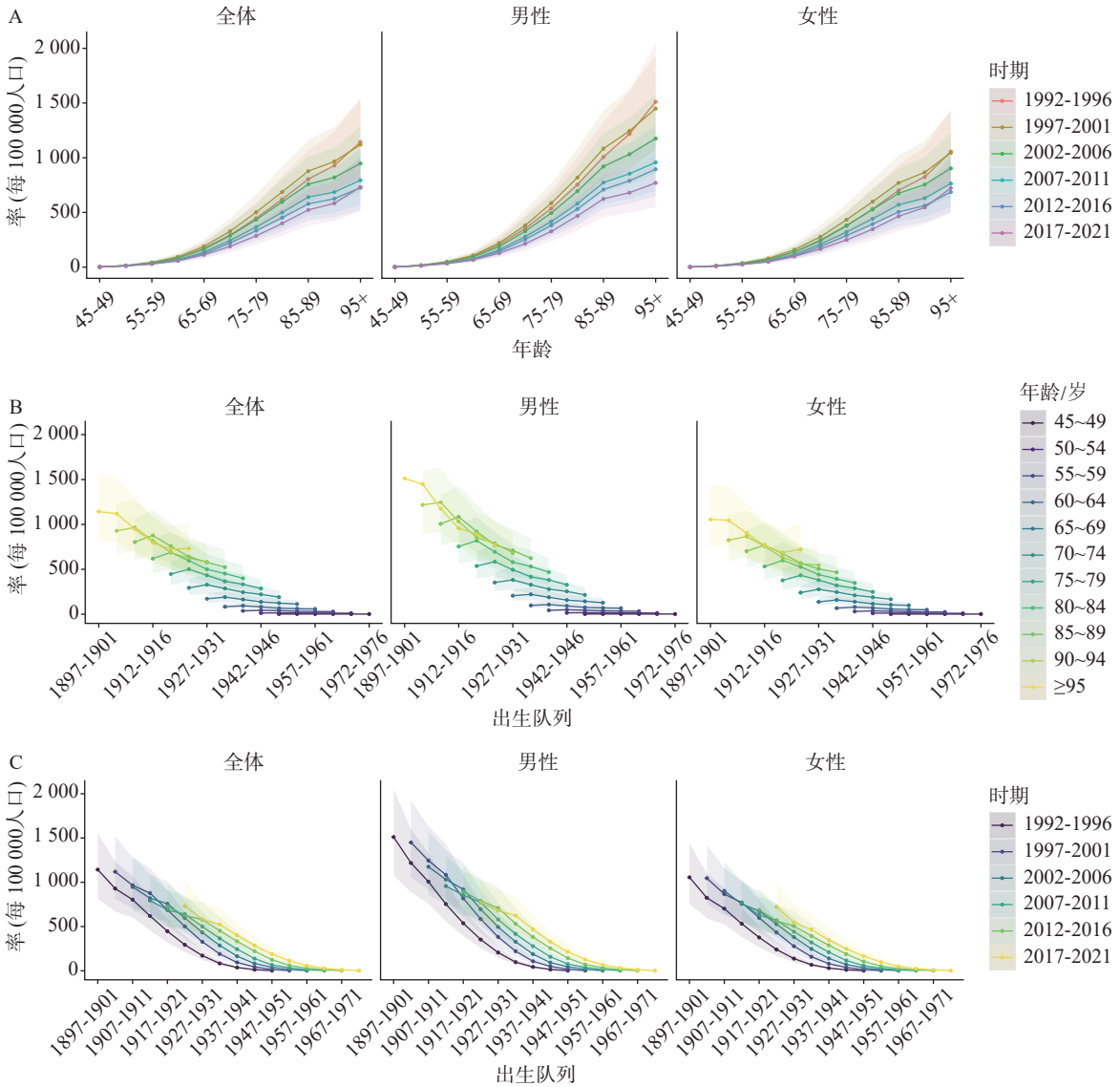


图 2　中国大陆地区青光眼致盲趋势的交互分析

Figure 2　Interaction analysis of the trend in glaucoma-related blindness in the Chinese mainland

(A) 年龄-时期交互分析；(B) 年龄-队列交互分析；(C) 队列-时期交互分析。

(A) Age-period interaction analysis; (B) Age-cohort interaction analysis; (C) Cohort-period interaction analysis.

整体时期风险上升。队列风险分析结果显示，早期出生队列中的不良生活方式可能更普遍存在，这些因素可能增加患青光眼的风险[5]。随着社会的发展，新近出生队列都更加注重健康，不良生活习惯更少，这使得队列风险逐渐降低。

本研究可能存在一定的局限性，首先，GBD 基于现有的流行病学数据，旨在估算全球各地区的疾病负担。然而，某些地区的数据往往存在不足或质量较差的问题。例如，城乡差异可能导致报告率的不同，从而造成部分地区的报告不足，这可能对我们的研究结果产生一定影响。其次，本研究的年龄-时期-队列分析基于 GBD 2021 研究确定的数个 5 年期进行，这种方法可能忽略了特定年龄、时期和队列效应中的细微波动。

综上所述，1990—2021 年中国青光眼致盲率总体呈下降趋势，反映了我国在青光眼防盲工作上取得了显著的进展，流行病学特征也为未来的我国青光眼防盲工作提供了具体且可落地的参考。综合本研究结果，建议未来青光眼防盲工作应着重于加强高风险群体的早期筛查和干预，特别是

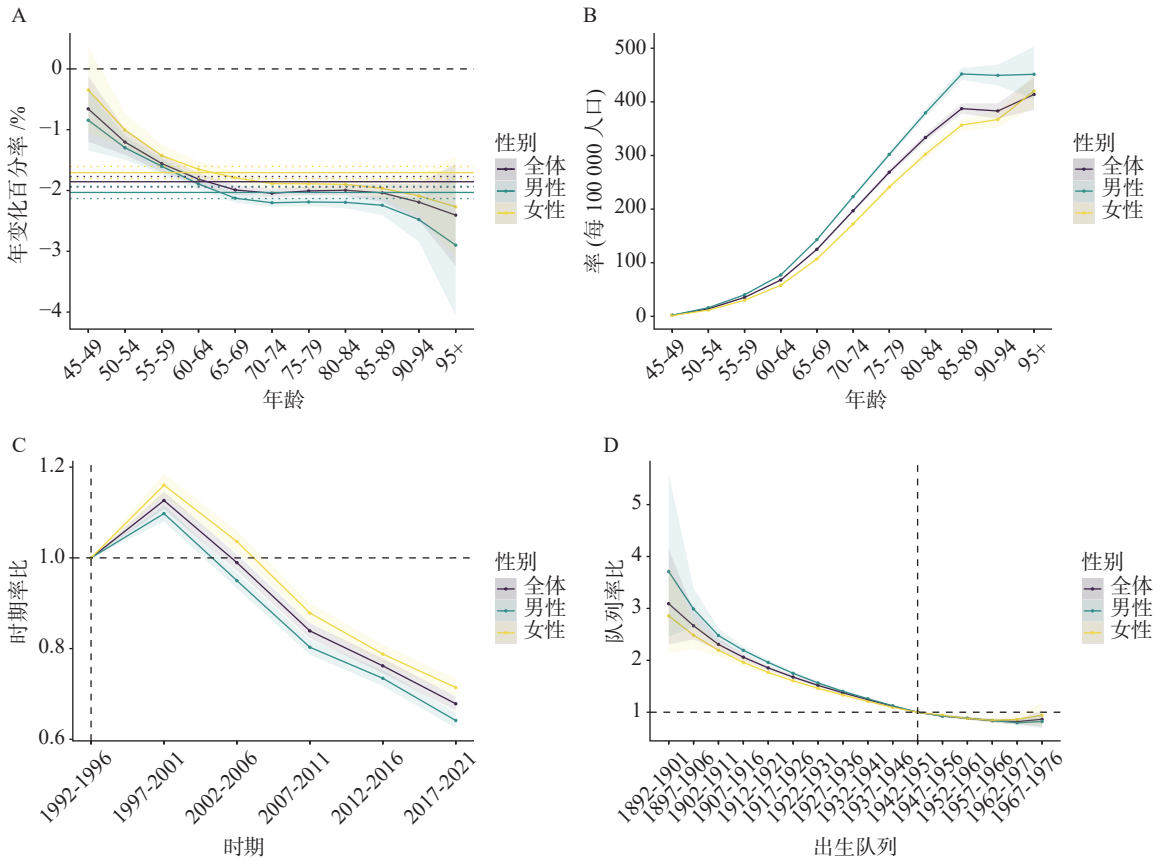


图 3　中国大陆地区青光眼致盲趋势的年龄-时期-队列分析

Figure 3　Age-period-cohort analysis of the trend in glaucoma-related blindness in the Chinese mainland

(A) 局部漂移与净漂移；(B) 纵向年龄曲线；(C) 时期风险曲线；(D) 队列风险曲线。

(A) Local drifts and net drift; (B) Longitudinal age curve; (C) Period relative risk (RR) curve; (D) Cohort relative risk (RR) curve.

60 岁以上人群、男性以及早期出生队列中的个体，鉴于这些群体青光眼致盲风险较高。同时，考虑到青光眼致盲趋势的变化，应进一步加强针对女性群体的早期干预，并在经济较为薄弱或医疗资源不足的地区提升公共卫生基础设施。应优化青光眼防治政策，推动个性化健康管理，并强化防盲意识的普及，以有效降低青光眼致盲负担，提升全民健康水平。未来远程医疗、人工智能辅助诊断等技术应用，有望推动筛查覆盖率与规范治疗率提高，使青光眼致盲可防可控[30]。

声明

本稿件在研究和论文撰写中未使用生成式人工智能，所有作者对内容的真实性、完整性和科学性负责。所有科学贡献和智力劳动均由所有作者共同完成。

利益冲突

所有作者均声明不存在利益冲突。

开放获取声明

本文适用于知识共享许可协议 (Creative Commons)，允许第三方用户按照署名 (BY)-非商业性使用 (NC)-禁止演绎 (ND)(CC BY-NC-ND) 的方式共享，即允许第三方对本刊发表的文章进行复制、发行、展览、表演、放映、广播或通过信息网络向公众传播，但在这些过程中必须保留作者署名、仅限于非商业性目的、不得进行演绎创作。

参考文献

1. Tham YC, Li X, Wong TY, et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic

review and meta-analysis[J]. Ophthalmology, 2014, 121(11): 2081-2090. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013.

2. Song P, Wang J, Bucan K, et al. National and subnational prevalence and burden of glaucoma in China: a systematic analysis[J]. J Glob Health, 2017, 7(2): 020705. DOI: 10.7189/jogh.07.020705.
3. Jayaram H, Kolko M, Friedman DS, et al. Glaucoma: now and beyond[J]. Lancet, 2023, 402(10414): 1788-1801. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)01289-8.
4. Yadav M, Bhardwaj A, Yadav A, et al. Molecular genetics of primary open-angle glaucoma[J]. Indian J Ophthalmol, 2023, 71(5): 1739-1756. DOI: 10.4103/IJO.IJO_2570_22.
5. Stuart KV, Madjedi K, Luben RN, et al. Alcohol, intraocular pressure, and open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis[J]. Ophthalmology, 2022, 129(6): 637-652. DOI: 10.1016/j.ophtha.2022.01.023.
6. Madjedi KM, Stuart KV, Chua SYL, et al. The association of female reproductive factors with glaucoma and related traits: a systematic review[J]. Ophthalmol Glaucoma, 2022, 5(6): 628-647. DOI: 10.1016/j.ogla.2022.06.003.
7. Wang YX, Xu L, Yang H, et al. Prevalence of glaucoma in North China: the Beijing eye study[J]. Am J Ophthalmol, 2010, 150(6): 917-924. DOI: 10.1016/j.ajo.2010.06.037.
8. He M, Foster PJ, Ge J, et al. Prevalence and clinical characteristics of glaucoma in adult Chinese: a population-based study in Liwan District, Guangzhou[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2006, 47(7): 2782-2788. DOI: 10.1167/iovs.06-0051.
9. Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2021 (GBD 2021) Results[EB/OL]. Seattle, United States: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2022. Available from https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/.
10. GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators. Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. Lancet, 2024, 403(10440): 2133-2161. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)00757-8.
11. Kim HJ, Fay MP, Feuer EJ, et al. Permutation tests for joinpoint regression with applications to cancer rates[J]. Stat Med, 2000, 19(3): 335-351. DOI: 10.1002/(sici)1097-0258(20000215)19:3<335::aid-sim336>3.0.co;2-z.
12. Rosenberg PS, Anderson WF. Proportional hazards models and age-period-cohort analysis of cancer rates[J]. Stat Med, 2010, 29(11): 1228-1238. DOI: 10.1002/sim.3865.
13. Topouzis F, Coleman AL, Harris A, et al. Factors associated with undiagnosed open-angle glaucoma: the Thessaloniki Eye Study[J]. Am J Ophthalmol, 2008, 145(2): 327-335. DOI: 10.1016/j.ajo.2007.09.013.
14. Shaikh Y, Yu F, Coleman AL. Burden of undetected and untreated glaucoma in the United States[J]. Am J Ophthalmol, 2014, 158(6): 1121-1129. e1. DOI: 10.1016/j.ajo.2014.08.023.
15. Abdull MM, Gilbert CC, Evans J. Primary open angle glaucoma in northern Nigeria: stage at presentation and acceptance of treatment[J]. BMC Ophthalmol, 2015, 15: 111. DOI: 10.1186/s12886-015-0097-9.
16. Ramakrishnan R, Nirmalan PK, Krishnadas R, et al. Glaucoma in a rural population of southern India: the Aravind comprehensive eye survey[J]. Ophthalmology, 2003, 110(8): 1484-1490. DOI: 10.1016/S0161-6420(03)00564-5.
17. 中华医学会眼科学分会青光眼学组, 中国医师协会眼科医师分会青光眼学组. 中国青光眼指南 (2020 年)[J]. 中华眼科杂志, 2020, 56(8): 573-586. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20200313-00182.

    Glaucoma Group of Ophthalmology Branch of Chinese Medical Association, Glaucoma Group of Ophthalmology Physician Branch of Chinese Physician Association. Chinese Glaucoma Guidelines (2020)[J]. Chin J Ophthalmol, 2020, 56(8): 573-586. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20200313-00182.
18. 贾雪芳, 吴玲玲. 中国抗青光眼滴眼液种类和每日治疗费用近 15 年的变化[J]. 中华眼科杂志, 2022, 58(11): 890-895. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20220408-00168.

    Jia XF, Wu LL. Changes in the types and daily treatment costs of anti-glaucoma eye drops in China in recent 15 years[J]. Chin J Ophthalmol, 2022, 58(11): 890-895. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20220408-00168.
19. Jammal AA, Thompson AC, Mariottoni EB, et al. Impact of intraocular pressure control on rates of retinal nerve fiber layer loss in a large clinical population[J]. Ophthalmology, 2021, 128(1): 48-57. DOI: 10.1016/j.ophtha.2020.06.027.
20. Zhang H, Cao K, Jia H, et al. Clinical characteristics, rates of blindness, and geographic features of PACD in China[J]. Can J Ophthalmol, 2021, 56(5): 299-306. DOI: 10.1016/j.jcjo.2020.12.010.
21. Dietlein TS, Hermann MM, Jordan JF. The medical and surgical treatment of glaucoma[J]. Dtsch Arztebl Int, 2009, 106(37): 597-

605;quiz606. DOI: 10.3238/arztebl.2009.0597.

22. Altintaş O, Caglar Y, Yüksel N, et al. The effects of menopause and hormone replacement therapy on quality and quantity of tear, intraocular pressure and ocular blood flow[J]. Ophthalmologica, 2004, 218(2): 120-129. DOI: 10.1159/000076148.
23. Schmidl D, Schmetterer L, Garhöfer G, et al. Gender differences in ocular blood flow[J]. Curr Eye Res, 2015, 40(2): 201-212. DOI: 10.3109/02713683.2014.906625.
24. Dewundara SS, Wiggs JL, Sullivan DA, et al. Is estrogen a therapeutic target for glaucoma[J]. Semin Ophthalmol, 2016, 31(1-2): 140-146. DOI: 10.3109/08820538.2015.1114845.
25. 靳琳, 原慧萍. 24 小时眼压的研究进展[J]. 医学综述, 2013, 19(10): 1816-1819. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2084.2013.10.030.
Jin L, Yuan HP. The advancement in studies of the 24-hour intraocular pressure[J]. Med Recapitul, 2013, 19(10): 1816-1819. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2084.2013.10.030.
26. Liang Y, Jiang J, Ou W, et al. Effect of community screening on the demographic makeup and clinical severity of glaucoma patients receiving care in urban China[J]. Am J Ophthalmol, 2018, 195: 1-7. DOI: 10.1016/j.ajo.2018.07.013.
27. 梁远波, 江俊宏. 我国青光眼防治问题与展望[J]. 浙江医学, 2020, 42(22): 2377-2382. DOI: 10.12056/j.issn.1006-2785.2020.42.22.2020-3639.
Liang YB, Jiang JH. Problems and prospects in the prevention and treatment of glaucoma in China[J]. Zhejiang Med J, 2020, 42(22): 2377-2382. DOI: 10.12056/j.issn.1006-2785.2020.42.22.2020-3639.
28. Chen J, Zhu Y, Li Z, et al. Age-period-cohort analysis of the global burden of visual impairment according to major causes: an analysis of the Global Burden of Disease Study 2019[J]. Br J Ophthalmol, 2024, 108(11): 1605-1612. DOI: 10.1136/bjo-2023-324086.
29. Wang Q, Qu X, Wang H, et al. Arterial spin labeling reveals disordered cerebral perfusion and cerebral blood flow-based functional connectivity in primary open-angle glaucoma[J]. Brain Imaging Behav, 2024, 18(1): 231-242. DOI: 10.1007/s11682-023-00813-2.
30. Swaminathan U, Daigavane S. Unveiling the potential: a comprehensive review of artificial intelligence applications in ophthalmology and future prospects[J]. Cureus, 2024, 16(6): e61826. DOI: 10.7759/cureus.61826.

（责任编委：丁小虎；编辑：殷秋霞）