·论著·二次研究·

低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜用于青少年近视防控的疗效与安全性的系统评价与Meta分析

胡静微[1]，魏辉玲[1]，华闪闪[2]，宋友根[1]

1. 浙江省宁波市北仑区第二人民医院眼科（浙江宁波 315809）
2. 浙江省宁波大学附属第一医院眼科（浙江宁波 315514）

【摘要】目的 系统评价低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜用于儿童青少年近视防控的有效性和安全性。**方法** 计算机检索CNKI、WanFang Data、Web of Science、PubMed、Cochrane Library和Embase数据库，搜集低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜与单纯角膜塑形镜比较的随机对照试验，检索时限均从建库至2026年1月。由2名研究者独立筛选文献、提取资料并采用Cochrane Risk of Bias 1.0（RoB 1.0）工具评价偏倚风险，采用RevMan 5.4和R 4.4.2软件进行Meta分析。**结果** 共纳入20项研究，涉及1 750例患者。Meta分析结果显示，与单纯角膜塑形镜相比，低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜眼轴长度有减小趋势，但差异无统计学意义［MD=−0.29 mm，95%CI（−0.60，0.01）］；显著延缓等效球镜度进展［MD=0.19 D，95%CI（0.12，0.27）］；显著增大瞳孔直径［MD=0.52 mm，95%CI（0.26，0.78）］；两组不良事件发生率差异无统计学意义［RR=0.95，95%CI（0.72，1.26）］。**结论** 现有证据提示，低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜在等效球镜度控制方面优于单纯角膜塑形镜，但在延缓眼轴长度方面未见明显获益，联合治疗未明显增加总体不良事件发生率。受纳入研究质量和数量的限制，上述结论尚需更多高质量的研究予以验证。

【关键词】近视；儿童青少年；低浓度阿托品；角膜塑形镜；眼轴长度；等效球镜度；Meta分析

【中图分类号】R971+.92；R778.1+1　　**【文献标志码】**A

Efficacy and safety of low-concentration atropine eye drops combined with orthokeratology for myopia control in children and adolescents: a Meta-analysis

HU Jingwei[1], WEI Huiling[1], HUA Shanshan[2], SONG Yougen[1]

1. Department of Ophthalmology, the Second People's Hospital of Beilun District, Ningbo City, Ningbo 315809, Zhejiang Province, China
2. Department of Ophthalmology, The First Affiliated Hospital of Ningbo University, Ningbo 315514, Zhejiang Province, China
Corresponding author: SONG Yougen, 1437820463@qq.com

【Abstract】Objective To systematically evaluate the efficacy and safety of low-concentration atropine eye drops combined with orthokeratology for myopia control in children and adolescents. **Methods** CNKI, WanFang Data, Web of Science, PubMed, Cochrane Library, and Embase were searched from inception to January 2026 for randomized controlled trials comparing low-concentration

DOI: 10.12173/j.issn.1005-0698.202605070
通信作者：宋友根，副主任医师，Email：1437820463@qq.com

atropine plus orthokeratology with orthokeratology alone. Two reviewers independently screened studies, extracted data, and assessed risk of bias using the Cochrane Risk of Bias 1.0 (RoB 1.0) tool. Meta-analysis was performed using RevMan 5.4 and R 4.4.2. Results A total of 20 studies involving 1,750 participants were included. Meta-analysis results showed that, compared with orthokeratology alone, the combination of low-concentration atropine eye drops and orthokeratology tended to reduce the axial length, but the difference was not statistically significant [MD=-0.29 mm, 95%CI (-0.60, 0.01)]; significantly delayed the progression of spherical equivalent [MD=0.19 D, 95%CI (0.12, 0.26)]; and significantly increased the pupil diameter [MD=0.52 mm, 95%CI (0.26, 0.78)]; there was no statistically significant difference in the incidence of adverse events between the two groups [RR=0.95, 95%CI (0.72, 1.26)]. Conclusion Current evidence suggests that low-concentration atropine eye drops combined with orthokeratology are superior to orthokeratology alone in controlling spherical equivalent, but no significant benefit was observed in delaying axial length increase, and the combination therapy did not significantly increase the overall incidence of adverse events. Due to the limited quality and quantity of the included studies, more high-quality studies are needed to verify the above conclusion.

【Keywords】Myopia; Children and adolescents; Low-concentration atropine; Orthokeratology; Axial length; Spherical equivalent; Meta-analysis

近视作为全球高发的屈光不正性疾病，主要由眼轴过度增长或角膜屈光力异常升高引发，其全球患病率的持续攀升已成为严峻的公共卫生挑战[1]。研究证实，轴性近视是儿童青少年近视的主要类型，眼轴延长与近视进展密切相关，且年龄较小儿童的眼轴增长更快、进展风险更高[2-3]。眼轴每增加 1 mm，屈光度通常可出现约−3.00 D 的近视性改变，若未能及时干预，眼轴持续延长可增加高度近视及白内障、青光眼、脉络膜视网膜变性及视网膜脱离等并发症风险[4]。因此，早期干预并有效延缓眼轴增长，是降低儿童青少年近视相关视觉损害风险的关键。

目前，多种近视防控手段已被证实具有明确效果，其中低浓度阿托品滴眼液与角膜塑形镜是循证证据充分、临床应用广泛的核心方案[5]。低浓度阿托品可能通过作用于视网膜、脉络膜和巩膜组织，调节胆碱能及非胆碱能通路，抑制与眼球生长相关的巩膜重塑；角膜塑形镜则通过夜间佩戴重塑角膜前表面，减少周边远视性离焦并形成周边近视性离焦，从光学层面抑制眼轴延长。二者分别作用于“光学信号输入”和“眼球生物学反应”两个环节，因而具有潜在的互补和协同基础[6]。随着新的随机对照试验（randomized control trial，RCT）陆续发表，有必要对现有证据进行更新并严格区分不同结局的统计学意义[7-8]。因此，本研究对低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜用于青少年近视防控的疗效与安全性进行系统评价与 Meta 分析，为临床合理选择近视防控方案提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：①研究类型为 RCT；②研究对象为年龄≤18 岁，等效球镜度（SE）≤−0.50 D；③干预措施：试验组为低浓度阿托品联合角膜塑形镜，对照组为单纯角膜塑形镜；④随访时间≥6 个月；⑤结局指标：眼轴长度变化、等效球镜度变化、瞳孔直径等；⑥中、英文文献。排除标准：①无法获取全文或无法提取有效结局数据；②综述、会议摘要、重复发表文献等。

1.2 文献检索策略

计算机检索中国知网、万方、Web of Science、PubMed、Cochrane Library、Embase 等数据库，搜集低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜用于青少年近视防控的研究，检索时限均为建库至 2026 年 1 月。检索采用主题词与自由词相结合方式。中文检索词包括：角膜塑形镜、OK 镜、阿托品、近视；英文检索词包括：Orthokeratology/Ortho-K/OK lens、Atropine、Myopia/Nearsightedness 等。同时手工追溯纳入研究和相关综述的参考文献，并检索 ClinicalTrials.gov、中国临床试验注册中心（ChiCTR）等临床试验注册平台及灰色文献来源，PubMed 检索策略见框 1。

#1 “Orthokeratologic Procedures”[Mesh] OR orthokeratolog*[Title/Abstract] OR “Ortho-K”[Title/Abstract] OR “OK lens*”[Title/Abstract]
#2 “Atropine”[Mesh] OR atropine[Title/Abstract] OR “low-dose atropine”[Title/Abstract] OR “low-concentration atropine”[Title/Abstract]
#3 “Myopia”[Mesh] OR myopia[Title/Abstract] OR nearsightedness[Title/Abstract]
#4 “Child”[Mesh] OR “Adolescent”[Mesh] OR child*[Title/Abstract] OR adolescen*[Title/Abstract] OR juvenile[Title/Abstract] OR pediatric[Title/Abstract]
#5 #1 AND #2 AND #3 AND #4

框1 PubMed检索策略

Box 1. Search strategy in PubMed

1.3 文献筛选与数据提取

由2名研究者独立完成文献筛选与数据提取；若出现分歧，提交第三名研究者讨论裁决。提取内容包括作者、发表年份、样本量、随访时长、年龄、基线近视情况、干预措施、结局指标等。

1.4 纳入研究的偏倚风险评价

采用Cochrane系统评价手册5.1版推荐的偏倚风险评估工具Risk of Bias 1.0（RoB 1.0）评价纳入RCT的偏倚风险，若2名研究人员意见不统一，先充分讨论协商，若无法达成一致则引入第3名研究人员进行裁决[9]。

1.5 统计学分析

采用RevMan 5.4和R 4.4.2软件进行Meta分析。连续型变量以均数差（mean difference，MD）及95%置信区间（confidence interval，CI）表示；二分类变量以风险比（relative risk，RR）及95%CI表示。研究间异质性采用I^2统计量评价：当I^2>50%时，表明存在显著异质性，采用随机效应模型；当I^2≤50%时，采用固定效应模型。对异质性较高的研究采用逐一剔除法进行敏感性分析，评价合并效应的稳健性。当单一结局纳入研究≥10项时，采用漏斗图及Egger检验评估发表偏倚。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献筛选及结果

共检索获得883篇相关文献，去重后279篇；经题名和摘要筛选后65篇进入全文复筛，阅读全文后排除45篇，其中干预措施不符23篇、结局指标不符9篇、无法提取有效数据13篇，最终纳入20篇文献[10-29]，见图1。各结局根据实际可提取且定义一致的数据分别进入定量合并。

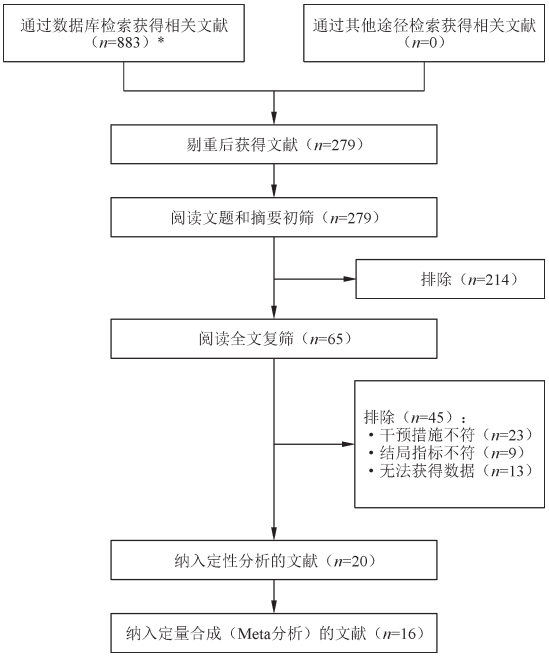


图1 文献筛选流程及结果

Figure 1. Flow chart of literature screening

注：*所检索的数据库及检出文献数具体如下PubMed（n=162）、Embase（n=93）、Web of Science（n=119）、Cochrane Library（n=7）、CNKI（n=205）、WanFang Data（n=297）。

2.2 纳入文献的基本特征与偏倚风险评价

纳入的20项研究[10-29]发表于2018—2026年，共包括1 750例患者，其中试验组876例、对照组874例。研究对象均为儿童青少年近视患者，年龄范围为6~18岁；试验组采用低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜，对照组采用单纯角膜塑形镜，随访时间为6~24个月。主要结局包括眼轴长度、等效球镜度、瞳孔直径和不良事件。纳入研究基本特征见表1。

采用RoB 1.0对20项研究[10-29]进行偏倚风险评价。随机序列生成方面，18项为低风险，钟红2023[26]为不明确，陈芳2025[23]为高风险；分配隐藏方面，8项为低风险、12项为不明确。参与

表 1 文献基本特征

Table 1. Basic characteristics of the literature

纳入研究	研究类型	干预措施（T）	对照组（C）	样本量（T/C）	随访时间	年龄	结局指标
顾梦熊 2020 [10]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	60/60	12 个月	9~16 岁	等效球镜度*、眼轴长度*、瞳孔直径*
黄玉苗 2025 [11]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	45/45	6 个月	8~16 岁	等效球镜度、裸眼视力、泪膜功能等
Tan 2023 [12]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	48/48	24 个月	6~<11 岁	眼轴长度、瞳孔直径、等效球镜度、调节幅度、不良事件*等
闫欣 2022 [13]	RCT	低浓度阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	30/30	12 个月	8~17 岁	裸眼视力、角膜曲率、泪膜功能、不良事件*、疗效评估等
朱德坤 2021 [14]	RCT	低浓度阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	25/23	12 个月	8~15 岁	裸眼视力、眼压、眼轴长度*、不良事件*
刘颖 2023 [15]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	50/50	12 个月	8~15 岁	等效球镜度、眼轴长度*、角膜厚度、角膜曲率、瞳孔直径*、不良事件*等
万美琳 2024 [16]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	50/50	12 个月	8~15 岁	等效球镜度、眼轴长度*、泪膜功能、瞳孔直径*、不良事件*等
孔乐 2022 [17]	RCT	低浓度阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	40/40	12 个月	8~17 岁	裸眼视力、等效球镜度、眼轴长度、角膜厚度等
Kinoshita 2018 [18]	前瞻性 RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	20/20	12 个月	8~12 岁	眼轴长度、角膜内皮细胞密度、眼压等
张延凯 2021 [19]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	41/41	12 个月	7~16 岁	眼轴长度*、瞳孔直径*、等效球镜度*、角膜厚度、角膜曲率、不良事件*等
朱梅红 2022 [20]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	50/50	12 个月	13~17 岁	眼轴长度*、瞳孔直径*、等效球镜度*、角膜厚度、不良事件*等
汤冰清 2025 [21]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	30/30	12 个月	8~16 岁	等效球镜度*、近视矫正效果、泪膜功能、不良事件*
罗妍 2021 [22]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	60/60	12 个月	/	眼轴长度*、等效球镜度*、治疗总有效率、不良事件发生率
陈芳 2025 [23]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	60/60	12 个月	13~16 岁	眼轴长度、不良事件*
李发标 2019 [24]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	20/20	12 个月	<18 岁	眼轴长度、等效球镜度
唐文婷 2020 [25]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	63/63	12 个月	8~14 岁	眼轴长度、等效球镜度、瞳孔直径*
钟红 2023 [26]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	60/60	12 个月	8~16 岁	眼轴长度*、视力、眼压、不良事件*
邱明忠 2024 [27]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	40/40	12 个月	9~18 岁	眼轴长度*、等效球镜度、瞳孔直径、不良事件*等
周戈 2026 [28]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	60/60	12 个月	8~18 岁	眼轴长度*、瞳孔直径*、等效球镜度*、角膜厚度、不良事件*等
阮海晶 2025 [29]	RCT	0.01%阿托品滴眼液+角膜塑形镜	角膜塑形镜	24/24	6 个月	8~16 岁	眼轴长度*、不良事件*

注：RCT，随机对照试验；*表示该结局的数据实际进入本次定量 Meta 分析。未标“*”者为原研究报告的相关结局，但因数据不可提取、随访时点不一致或指标定义/表达形式不符合合并要求，未纳入对应结局的定量合并。

者和研究人员盲法方面，由于角膜塑形镜与滴眼液联合干预较难完全实施盲法，偏倚风险相对较高；结局评价者盲法、结局数据完整性及选择性报告总体较好。总体偏倚风险主要集中于分配隐藏报告不足和干预实施盲法困难，结果见附件图 1、图 2。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 眼轴长度

11项研究[10, 14-16, 19-20, 22, 26-29]报告了眼轴长度数据，研究间异质性较高（I^2=89.90%，P<0.001），采用随机效应模型进行Meta分析。结果显示，与单纯角膜塑形镜相比，低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜组眼轴长度有减小趋势，但差异无统计学意义［MD=−0.29，95%CI（−0.60，0.01），P>0.05］，见图2。

2.3.2 等效球镜度

6项研究[10, 19-22, 28]报告了等效球镜度，研究间未见明显异质性（I^2=0.00%，P=0.967），采用固定效应模型进行Meta分析。结果显示，与单用角膜塑形镜相比，低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜可显著延缓等效球镜度进展［MD=0.19，95%CI（0.12，0.27），P<0.05］，见图3。

2.3.3 瞳孔直径

7项研究[10, 15-16, 19-20, 25, 28]报告了瞳孔直径，研究间存在较高异质性（I^2=81.4%，P<0.001），采用随机效应模型进行Meta分析。结果显示，与单用角膜塑形镜组相比，低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜组瞳孔直径显著增大［MD=0.52，95%CI（0.26，0.78），P<0.05］，见图4。

2.3.4 不良反应事件发生率

13项研究[12-16, 19-21, 23, 26-29]报道了不良反应事件发生率，研究间异质性较低（I^2=13.3%，P=0.612 5），采用固定效应模型进行Meta分析。结果显示，两组不良反应事件发生率差异无统计学意义［RR=0.95，95%CI（0.72，1.26），P>0.05］。

2.3.5 敏感性分析与发表偏倚

由于眼轴长度结局存在较高异质性，进一步采用逐一剔除法进行敏感性分析。逐一剔除单项研究后，各合并效应方向基本保持一致，提示总体结果方向相对稳定；但在剔除钟红2023研究后，异质性显著减小，提示该研究可能是异质性的重要来源之一，说明眼轴长度结局的异质性可能还与年龄、基线近视程度、随访时间、测量方法及角膜塑形镜验配参数等因素有关（附件图3）。

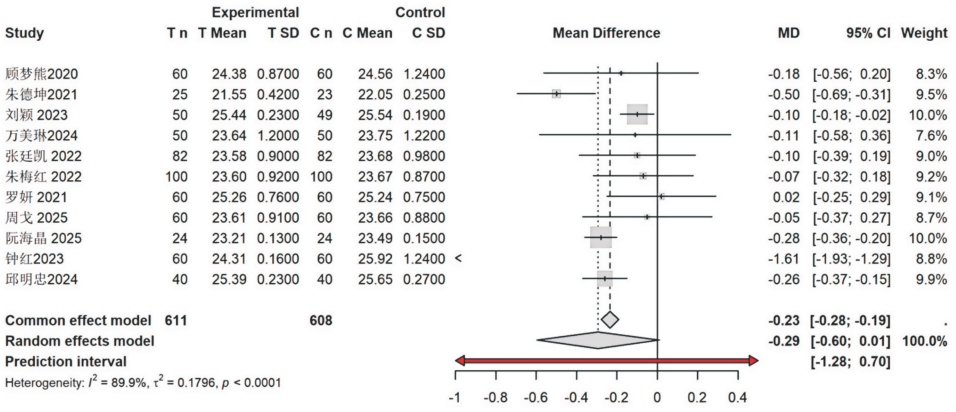


图2 眼轴长度的Meta分析森林图

Figure 2. Meta-analysis forest plot of axial length

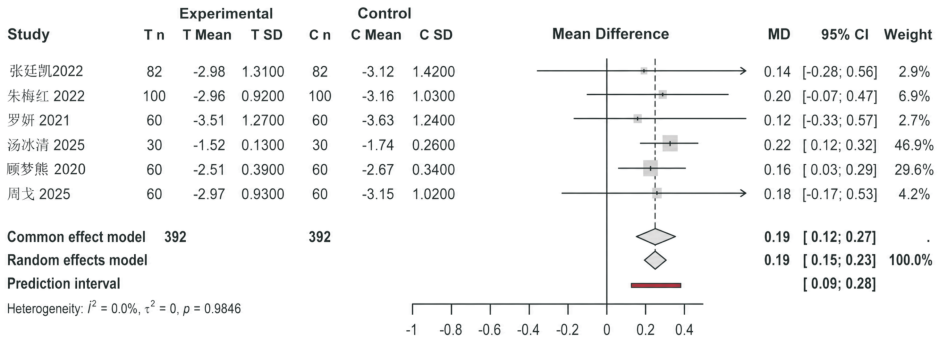


图3 等效球镜度的Meta分析森林图

Figure 3. Meta-analysis forest plot of equivalent spherical diopter

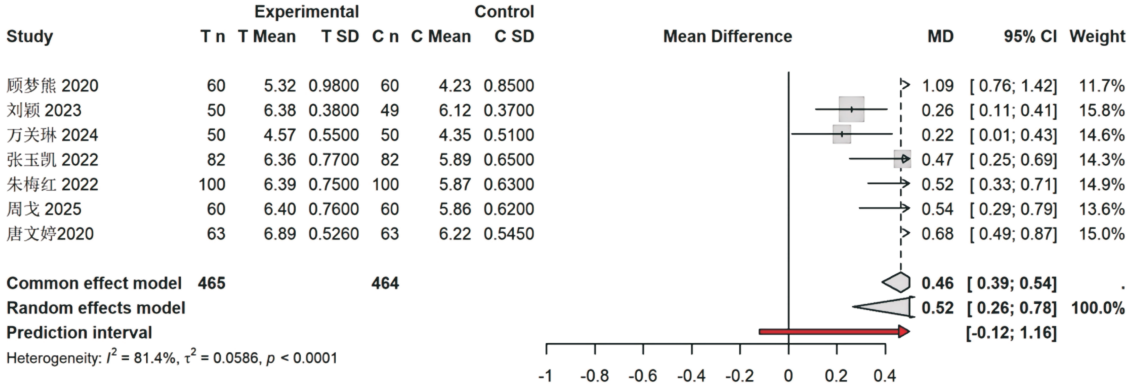


图4 瞳孔直径的Meta分析森林图

Figure 4. Meta-analysis forest plot of pupil diameter

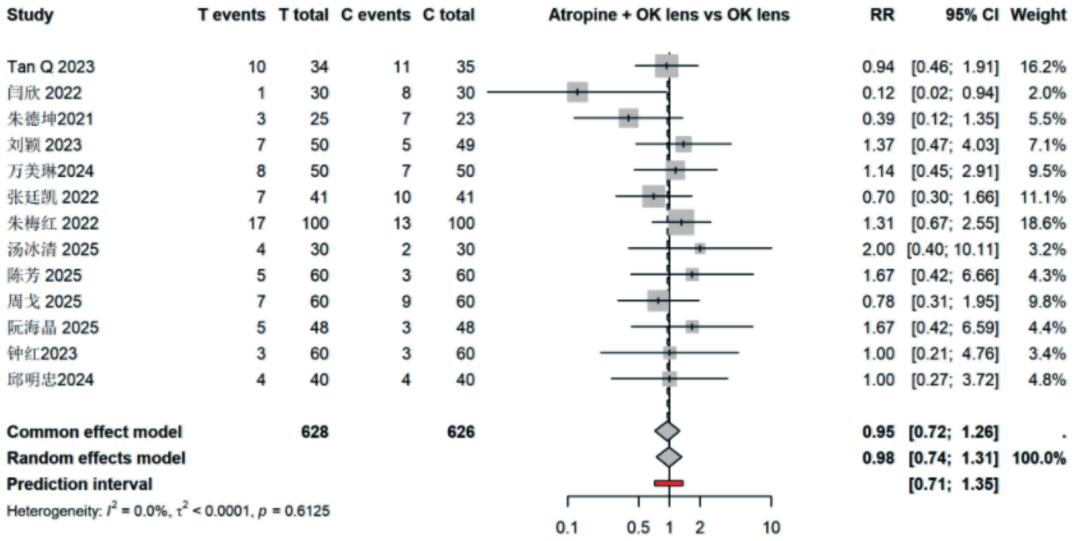


图5 不良反应发生率的Meta分析森林图

Figure 5. Forest plot of Meta-analysis on the incidence of adverse reactions

发表偏倚方面，漏斗图显示多数研究分布于合并效应量附近，但散点分布并不完全对称，且存在个别研究明显偏离主体分布区域，提示可能存在一定小样本效应或潜在发表偏倚（附件图4）。进一步采用Egger线性回归检验进行定量评估，结果显示P=0.559，提示未见显著发表偏倚。总体而言，眼轴长度结局的合并效应方向较为稳定。

对不良事件结局也进一步进行发表偏倚及敏感性分析。逐一剔除敏感性分析显示，剔除任一单项研究后，研究间异质性始终较低且总体效应方向及统计学显著性均未发生明显改变（附件图5）。因此，不良事件发生率的Meta分析结果具有较好的稳健性。漏斗图显示，大多数研究分布于合并效应量附近，整体分布基本对称，进一步采用Egger线性回归检验进行定量评估，结果显示P=0.510 5，提示无显著发表偏倚（附件图6）。

3 讨论

本研究系统评价了低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜与单纯角膜塑形镜在儿童青少年近视防控中的有效性和安全性。结果显示，联合治疗在控制等效球镜度进展方面具有一定优势，但在控制眼轴长度增长方面未见明显获益；联合治疗可使瞳孔直径增大，总体不良事件发生率未明显增加。因此，本研究不能支持“联合治疗可显著抑制眼轴增长”这一肯定性结论，更适宜解释为联合方案在部分屈光学结局上可能存在额外获益，而眼轴控制优势尚需进一步验证。

既往研究显示阿托品单药或低浓度阿托品联合角膜塑形镜可减少眼轴增长[7, 30-31]。与本研究结果不一致，本研究眼轴结局合并的是末次随访

眼轴绝对值，而非统一的基线至随访末变化量；同时，本研究纳入了更新发表的RCT，并采用随机效应模型处理较高异质性。基于当前可合并的末次随访值证据，尚不能确认其在单纯角膜塑形镜基础上具有额外的眼轴长度优势。

从机制上看，角膜塑形镜主要通过改变中央及周边角膜屈光状态、形成周边近视性离焦发挥作用[4]；低浓度阿托品可能通过视网膜-脉络膜-巩膜通路调节眼球生长相关信号[5-6]。这种机制上的互补性为联合治疗提供了生物学合理性，但机制互补并不等同于临床结局已证实存在协同效应。本研究中等效球镜度结果支持联合方案可能具有一定额外获益，而眼轴长度结果未达到统计学显著性，提示仍需以临床结局证据而非机制推断来判断联合治疗的实际优势。

本研究还发现，联合治疗后瞳孔直径较单纯角膜塑形镜增大，这与低浓度阿托品的抗胆碱能作用相符。瞳孔扩大可能导致畏光、视近不适或调节相关症状，因此临床应用中仍需关注个体耐受性。安全性方面，两组总体不良事件发生率差异无统计学意义，且Egger检验未提示明显发表偏倚。已有长期随访研究亦提示低浓度阿托品总体耐受性较好[32-33]，但角膜塑形镜相关角膜点染、异物感、结膜充血和护理不规范所致感染风险仍需通过规范验配、卫生教育和定期随访加以防范。

本研究存在以下局限性：①眼轴主要结局采用末次随访绝对值进行合并，而既往部分研究和Meta分析采用眼轴变化量；若个别研究基线眼轴存在不平衡，末次值分析可能受到残余基线差异影响，也降低了与既往变化量Meta分析的直接可比性。②眼轴结局异质性较高，且逐一剔除敏感性分析在排除钟红2023[26]后统计学显著性发生变化，提示主要结论的稳健性有限；受原始研究报告限制，尚无法按年龄、基线近视程度、随访时长和角膜塑形镜参数开展充分的亚组分析或Meta回归。③并非全部20项研究均能进入各结局定量合并，部分研究未提供与预设效应量相匹配的完整数据；同时，部分研究分配隐藏和实施盲法报告不足，可能引入偏倚。④多数研究随访为6~12个月，长期（≥24个月）疗效和安全性证据仍有限；眼轴和不良事件的发表偏倚检验均仅基于约10余项研究，检验效能有限。

综上所述，现有RCT证据显示，低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜较单纯角膜塑形镜在末次随访等效球镜度方面可能具有一定优势，但末次随访眼轴长度差异无统计学意义，尚不能确认联合治疗具有额外的眼轴控制获益。联合治疗可使瞳孔直径增大，但未明显增加总体不良事件发生率。鉴于眼轴结局异质性较高、敏感性分析提示稳健性有限及长期随访证据不足，仍需设计规范、样本量充分并报告统一变化量结局的多中心RCT进一步验证。

附件见《药物流行病学杂志》官网附录（https://ywlxbx.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202605070.PDF）

利益冲突声明：作者声明本研究不存在任何经济或非经济利益冲突。

参考文献

1 Zhang XJ, Zaabaar E, French AN, et al. Advances in myopia control strategies for children[J]. Br J Ophthalmol, 2025, 109(2): 165-176. DOI: 10.1136/bjo-2023-323887.

2 Guan M, Zhao W, Geng Y, et al. Changes in axial length after orthokeratology lens treatment for myopia: a meta-analysis[J]. Int Ophthalmol, 2020, 40(1): 255-265. DOI: 10.1007/s10792-019-01167-9.

3 Walline JJ, Lindsley KB, Vedula SS, et al. Interventions to slow progression of myopia in children[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2020, 1(1): CD004916. DOI: 10.1002/14651858.CD004916.pub4.

4 Logan NS, Bullimore MA. Optical interventions for myopia control[J]. Eye (Lond), 2024, 38(3): 455-463. DOI: 10.1038/s41433-023-02723-5.

5 Upadhyay A, Beuerman RW. Biological mechanisms of atropine control of myopia[J]. Eye Contact Lens, 2020, 46(3): 129-135. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000677.

6 Farassat N. Topical atropine for myopia control: a review[J]. Klin Monbl Augenheilkd, 2024, 241(10): 1134-1139. DOI: 10.1055/a-2307-0363.

7 王静怡, 谷天瀑, 李双成, 等. 0.01%阿托品联合角膜塑形镜对于延缓青少年近视进展的Meta分析[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2022, 24(1): 58-63. [Wang JY, Gu TP, Li SC, et al. Meta-analysis of 0.01% atropine combined with orthokeratology for slowing myopia progression in adolescents[J]. Chinese Journal of Optometry Ophthalmology and Visual Science, 2022, 24(1): 58-63.] DOI: 10.3760/cma.j.cn115909-20210423-00165.

8 吕元宏, 余艳琴, 刘莎, 等. 角膜塑形镜联合0.01%低浓度阿托品或RLRL防控儿童青少年近视的系统评价[J]. 中国斜视与

小儿眼科杂志, 2025, 33(1): 26-28, 55-58. [Lyu YH, Yu YQ, Liu S, et al. A systematic evaluation of orthokeratology combined with 0.01% low-concentration atropine or RLRL for prevention and control of myopia in children and adolescents[J]. Chinese Journal of Strabismus & Pediatric Ophthalmology, 2025, 33(1): 26-28, 55-58.] DOI: 10.3969/J.ISSN.1005-328X.2025.01.010.

9 Higgins JP, Altman DG, Gøtzsche PC, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials[J]. BMJ, 2011, 343: d5928. DOI: 10.1136/bmj.d5928.

10 顾梦熊, 史宗立, 李梦玉, 等. 0.01%阿托品滴眼液联合角膜塑形镜治疗青少年近视的效果观察[J]. 医药前沿, 2020, 10(22): 145-146. [Gu MX, Shi ZL, Li MY, et al. Observation on the efficacy of 0.01% atropine eye drops combined with orthokeratology lenses in adolescents with myopia[J]. Frontiers of Medicine, 2020, 10(22): 145-146.] https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/yiyqy202022110.

11 黄玉苗, 林水龙, 陈雅珍, 等. 0.01%低浓度阿托品眼液联合角膜塑形镜治疗儿童近视的效果及对干眼症评分、睡眠情况的影响[J]. 世界睡眠医学杂志, 2025, 12(9): 1934-1937. [Huang YM, Lin SL, Chen YZ, et al. Effect of 0.01% low-concentration atropine eye drops combined with orthokeratology in children with myopia and its impact on dry-eye score and sleep[J]. World Journal of Sleep Medicine, 2025, 12(9): 1934-1937.] DOI: 10.3969/j.issn.2095-7130.2025.09.007.

12 Tan Q, Ng AL, Cheng GP, et al. Combined 0.01% atropine with orthokeratology in childhood myopia control (AOK) study: a 2-year randomized clinical trial[J]. Cont Lens Anterior Eye, 2023, 46(1): 101723. DOI: 10.1016/j.clae.2022.101723.

13 闫欣, 张素玲, 倪天宇. 低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜治疗青少年低中度近视的效果[J]. 临床医学, 2022, 42(10): 48-50. [Yan X, Zhang SL, Ni TY. Efficacy of low-concentration atropine eye drops combined with orthokeratology in adolescents with mild to moderate myopia[J]. Clinical Medicine, 2022, 42(10): 48-50.] DOI: 10.19528/j.issn.1003-3548.2022.10.017.

14 朱德坤. 低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜治疗青少年低中度近视的有效性及安全性[J]. 中外女性健康研究, 2021, (22): 97-98. [Zhu DK. Efficacy and safety of low-concentration atropine eye drops combined with orthokeratology in adolescents with mild to moderate myopia[J]. Women's Health Research, 2021, (22): 97-98.] https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/CiBQZXJpb2RpY2FsQ0hJU29scjkyMDI2MDcyNzAzMTgxMhIRendueGpreWoyMDIxMjIwNDYaCDJqNGMybng1.

15 刘颖, 郭彦芳, 孙红双, 等. 角膜塑形镜联合0.01%阿托品滴眼液治疗青少年近视[J]. 国际眼科杂志, 2023, 23(8): 1279-1284. [Liu Y, Guo YF, Sun HS, et al. Orthokeratology combined with 0.01% atropine eye drops for the treatment of myopia in adolescents[J]. International Eye Science, 2023, 23(8): 1279-1284.] DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2023.8.08.

16 万美琳, 符俊达, 朱海萍, 等. 角膜塑形镜联合低浓度阿托品对低中度近视青少年患者屈光度、眼轴长度及泪膜功能的影响[J]. 检验医学与临床, 2024, 21(20): 3022-3025. [Wan ML, Fu JD, Zhu HP, et al. Effects of orthokeratology combined with low-concentration atropine on refractive status, axial length and tear-film function in adolescents with mild to moderate myopia[J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2024, 21(20): 3022-3025.] DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2024.20.016.

17 孔乐, 顾育红, 王韬. 角膜塑形镜联合低浓度阿托品治疗青少年近视的安全性研究[J]. 世界复合医学, 2022, 8(9): 101-104. [Kong L, Gu YH, Wang T. Safety of orthokeratology combined with low-concentration atropine in adolescents with myopia[J]. World Journal of Complex Medicine, 2022, 8(9): 101-104.] DOI: 10.11966/j.issn.2095-994X.2022.08.09.26.

18 Kinoshita N, Konno Y, Hamada N, et al. Additive effects of orthokeratology and atropine 0.01% ophthalmic solution in slowing axial elongation in children with myopia: first year results[J]. Jpn J Ophthalmol, 2018, 62(5): 544-553. DOI: 10.1007/s10384-018-0608-3.

19 张延凯, 刘艳丽, 杨兰娜. 低浓度阿托品联合角膜塑形镜对青少年中低度近视控制治疗效果分析[J]. 中国处方药, 2021, 19(11): 121-124. [Zhang YK, Liu YL, Yang LN. Effect of low-concentration atropine combined with orthokeratology on mild to moderate myopia in adolescents[J]. Journal of China Prescription Drug, 2021, 19(11): 121-124.] DOI: 10.3969/j.issn.1671-945X.2021.11.056.

20 朱梅红, 林泰南. 0.01%低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形镜对青少年中低度近视控制的效果[J]. 中外医学研究, 2022, 20(29): 124-127. [Zhu MH, Lin TN. Effect of 0.01% low-concentration atropine eye drops combined with orthokeratology on mild to moderate myopia in adolescents[J]. Chinese and Foreign Medical Research, 2022, 20(29): 124-127.] DOI: 10.14033/j.cnki.cfmr.2022.29.032.

21 汤冰清. 低浓度阿托品联合角膜塑形镜对近视患者的控制疗效分析[J]. 现代诊断与治疗, 2025, 36(6): 896-898. [Tang BQ. Control efficacy of low-concentration atropine combined with orthokeratology in patients with myopia[J]. Modern Diagnosis & Treatment, 2025, 36(6): 896-898.] https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/CiBQZXJpb2RpY2FsQ0hJU29scjkyMDI2MDcyNzAzMTgxMhIQeGR6ZHl6bDIwMjUwNjAzNxoIZ2trY3Y5bGc%3D.

22 罗妍, 罗武强, 陆鹏飞, 等. 角膜塑形镜联合0.01%阿托品滴眼液对青少年中低度近视的控制疗效[J]. 国际眼科杂志, 2021, 21(1): 47-52. [Luo Y, Luo WQ, Lu PF, et al. Therapeutic efficacy of orthokeratology combined with 0.01% atropine eye drops for mild to moderate myopia in adolescents[J]. International Eye Science, 2021, 21(1): 47-52.] DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2021.1.09.

23 陈芳. 角膜塑形镜联合低浓度阿托品在控制青少年近视进展中的应用效果[J]. 妇儿健康导刊, 2025, 4(6): 70-73. [Chen F. Application of orthokeratology combined with low-concentration atropine in controlling myopia progression in adolescents[J]. Journal of Women and Children's Health Guide, 2025, 4(6): 70-73.] DOI: 10.3969/j.issn.2097-115X.2025.06.013.

24 李发标, 孔祥斌, 麦雪燏, 等. 0.01%阿托品滴眼液联合角膜塑形镜在控制青少年近视进展中的效果[J]. 广西医科大学学报, 2019, 36(11): 1743-1746. [Li FB, Kong XB, Mai XY, et al. Efficacy of 0.01% atropine eye drops combined with orthokeratology in

controlling myopia progression in adolescents[J]. Journal of Guangxi Medical University, 2019, 36(11): 1743-1746.] DOI: 10.16190/j.cnki.45-1211/r.2019.11.008.

25 唐文婷, 田美, 李世贝, 等. 低浓度阿托品联合角膜塑形镜矫治近视的临床观察[J]. 国际眼科杂志, 2020, 20(6): 1044-1047. [Tang WT, Tian M, Li SB, et al. Clinical observation of low-dose atropine combined with orthokeratology for myopia[J]. International Eye Science, 2020, 20(6): 1044-1047.] DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2020.6.26.

26 钟红, 陈春明. 角膜塑形镜联合低浓度阿托品滴眼液对青少年轻中度非病理性近视控制效果临床观察[J]. 实用防盲技术, 2023, 18(3): 113-116. [Zhong H, Chen CM. Clinical observation of orthokeratology combined with low-concentration atropine eye drops for mild to moderate non-pathological myopia in adolescents[J]. Practical Blindness Prevention Technology, 2023, 18(3): 113-116.] DOI: 10.3969/j.issn.1673-3835.2023.03.006.

27 邱明忠, 邹美波, 陆方琦, 等. 角膜塑形镜联合不同浓度阿托品滴眼液在延缓儿童青少年低中度近视中的作用[J]. 医学研究与战创伤救治, 2024, 37(11): 1179-1185. [Qiu MZ, Zou MB, Lu FQ, et al. Effects of orthokeratology combined with different concentrations of atropine eye drops on mild to moderate myopia in children and adolescents[J]. Medical Research and War Trauma Care, 2024, 37(11): 1179-1185.] DOI: 10.16571/j.cnki.2097-2768.2024.11.011.

28 周戈. 低浓度阿托品滴眼液联合角膜塑形术治疗对青少年进展性近视的控制效果研究[J]. 健康时尚, 2026, (1): 146-148. [Zhou G. Control effect of low-concentration atropine eye drops combined with orthokeratology on progressive myopia in adolescents[J]. Health Fashion, 2026, (1): 146-148.] https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/QKBJBD202620260130000001140.

29 阮海晶. 角膜塑形镜联合低浓度阿托品滴眼液治疗青少年轻中度非病理性近视的效果分析[J]. 中国社区医师, 2025, 41(18): 40-42. [Ruan HJ. Effect of orthokeratology combined with low-concentration atropine eye drops on mild to moderate non-pathological myopia in adolescents[J]. Chinese Community Doctors, 2025, 41(18): 40-42.] DOI: 10.3969/j.issn.1007-614x.2025.18.014.

30 范浩博, 唐秀平, 邹云春, 等. 0.01%阿托品对亚洲青少年儿童中低度近视屈光度与眼轴影响的Meta分析[J]. 国际眼科杂志, 2021, 21(5): 854-860. [Fan HB, Tang XP, Zou YC, et al. Meta-analysis of the effects of 0.01% atropine on refraction and axial length in Asian children and adolescents with mild to moderate myopia[J]. International Eye Science, 2021, 21(5): 854-860.] DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2021.5.22.

31 高璨然. 0.01%阿托品联合角膜塑形镜减缓近视儿童眼轴延长效果的Meta分析[J]. 实用医药杂志, 2020, 37(3): 214-218, 222. [Gao CR. Meta-analysis of 0.01% atropine combined with orthokeratology for slowing axial elongation in children with myopia[J]. Practical Journal of Medicine & Pharmacy, 2020, 37(3): 214-218, 222.] DOI: 10.14172/j.issn1671-4008.2020.03.007.

32 Zheng Z, Jiang X, Chen R, et al. Efficacy comparison of atropine, orthokeratology and repeated low-level red-light therapy for myopia control in children: a systematic review and network meta-analysis[J]. Br J Ophthalmol, 2025, 109(11): 1215-1220. DOI: 10.1136/bjo-2025-327366.

33 Li Y, Yip M, Ning Y, et al. Topical atropine for childhood myopia control: the Atropine Treatment Long-Term Assessment Study[J]. JAMA Ophthalmol, 2024, 142(1): 15-23. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2023.5467.

收稿日期：2026年05月18日 修回日期：2026年07月07日
本文编辑：桂裕亮 李绪辉