

# 低浓度阿托品控制青少年近视临床疗效的 Meta 分析

姜志东<sup>1</sup>, 程连<sup>2</sup>, 张勇<sup>2</sup>, 梁镭<sup>2</sup>, 阮金婷<sup>2</sup>, 黄燕飞<sup>3</sup>, 李亮亮<sup>4</sup>

引用:姜志东,程连,张勇,等.低浓度阿托品控制青少年近视临床疗效的 Meta 分析.国际眼科杂志,2024,24(11):1784-1794.

基金项目:佛山市卫生健康局医学科科研项目(No.20230334)

作者单位:<sup>1</sup>(528400)中国广东省中山市人民医院南朗分院眼科;<sup>2</sup>(750004)中国宁夏回族自治区银川市,宁夏医科大学;<sup>3</sup>(528051)中国广东省深圳市大鹏新区医疗健康集团;<sup>4</sup>(528000)中国广东省佛山市,佛山爱尔眼科医院总院视光科

作者简介:姜志东,男,学士,副主任医师,研究方向:近视防控、眼底病、眼整形、白内障。

通讯作者:李亮亮,女,毕业于中山大学中山眼科中心,博士研究生,主治医师,研究方向:眼视光、弱斜视及角膜病. liliangliang@aierchina.com

收稿日期:2024-04-16 修回日期:2024-09-25

## 摘要

目的:系统评价低浓度阿托品滴眼液控制青少年近视的疗效和安全性。

方法:计算机检索 Wanfang Data、CNKI、VIP、PubMed、Cochrane Library 及 Embase 数据库,检索 2010-01/2024-03 有关低浓度阿托品滴眼液控制青少年近视的临床研究。由 2 名研究者独立筛选试验,提取资料,行偏倚风险及质量评价,采用 Review Manager5.4 软件进行 Meta 分析。

结果:共纳入 17 篇文献,共计近视青少年 3 764 例 3 952 眼。Meta 分析结果显示,与对照组相比,低浓度阿托品能有效减缓眼轴增长 [ $MD = -0.15, 95\% CI (-0.20, -0.10)$ ],  $P < 0.00001$ ], 显著控制等效球镜度变化 [ $MD = 0.39, 95\% CI (0.29, 0.48)$ ],  $P < 0.00001$ ], 对瞳孔直径 [ $MD = 0.80, 95\% CI (0.33, 1.28)$ ],  $P = 0.0010$ ] 和调节幅度 [ $MD = -2.54, 95\% CI (-4.49, -0.60)$ ],  $P = 0.01$ ] 具有明显影响。

结论:低浓度阿托品对青少年近视眼轴长度、等效球镜度的控制有良好效果,能显著影响瞳孔直径和调节幅度,能有效延缓近视进展。

关键词:近视;低浓度阿托品;青少年;疗效结果;Meta 分析

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.11.18

## Meta - analysis of the clinical efficacy of low - concentrations atropine in controlling adolescent myopia

Jiang Zhidong<sup>1</sup>, Cheng Lian<sup>2</sup>, Zhang Yong<sup>2</sup>, Liang Lei<sup>2</sup>, Ruan Jinting<sup>2</sup>, Huang Yanfei<sup>3</sup>, Li Liangliang<sup>4</sup>

Foundation item: Medical Research Project of the Health Commission of Foshan (No.20230334)

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, Nanlang Branch, Zhongshan City People's Hospital, Zhongshan 528400, Guangdong Province,

China; <sup>2</sup>Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, Ningxia Hui Autonomous Region, China; <sup>3</sup>Dapeng New District Medical Health Group, Shenzhen 528051, Guangdong Province, China; <sup>4</sup>Department of Optometry, the General Hospital of Foshan Aier Eye Hospital, Foshan 528000, Guangdong Province, China

Correspondence to: Li Liangliang. Department of Optometry, the General Hospital of Foshan Aier Eye Hospital, Foshan 528000, Guangdong Province, China. liliangliang@aierchina.com

Received:2024-04-16 Accepted:2024-09-25

## Abstract

• AIM: To systematically evaluate the efficacy and safety of low - concentrations atropine eye drops in controlling adolescent myopia.

• METHODS: A computer search was conducted on Wanfang Data, CNKI, VIP, PubMed, Cochrane Library, and Embase databases from January 2010 to March 2024 on clinical studies on low - concentration atropine eye drops for controlling adolescent myopia. Two researchers independently screened trials, extracted data, evaluated risk of bias and quality, and used Review Manager5.4 software to perform Meta - analysis.

• RESULTS: A total of 17 articles, involving 3 764 cases and 3 952 eyes, were included. The Meta - analysis showed that compared with the control group, low concentrations of atropine could effectively slow down the growth of axial length [ $MD = -0.15, 95\% CI (-0.20, -0.10)$ ],  $P < 0.00001$ ], significantly controlled the changes in spherical equivalent [ $MD = 0.39, 95\% CI (0.29, 0.48)$ ],  $P < 0.00001$ ], and had a significant effect on pupil diameter [ $MD = 0.80, 95\% CI (0.33, 1.28)$ ],  $P = 0.0010$ ] and amplitude of accommodation [ $MD = -2.54, 95\% CI (-4.49, -0.60)$ ],  $P = 0.01$ ].

• CONCLUSION: Low - concentrations atropine are effective in controlling spherical equivalent and axial length of myopia in adolescents, significantly affecting pupil diameter and amplitude of accommodation, and effectively delaying the progression of myopia.

• KEYWORDS: myopia; low - concentrations atropine; adolescents; efficacy results; Meta - analysis

Citation: Jiang ZD, Cheng L, Zhang Y, et al. Meta - analysis of the clinical efficacy of low - concentrations atropine in controlling adolescent myopia. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2024, 24(11):1784-1794.

## 0 引言

近视(myopia)是指在调节放松状态下,平行光线经眼的屈光系统后聚焦点落在视网膜之前的屈光状态<sup>[1]</sup>。随着信息化时代的发展,青少年近视发生率急剧上升,

且呈低龄化趋势,虽具体发病机制尚不明确,但相关研究报道近视的形成和发展与调节具有强相关性,高度近视 (high myopia, HM) 更是与氧化应激 (oxidative stress, OS) 有一定的关系<sup>[2-3]</sup>。目前近视是最常见的眼部疾病之一,不仅影响日常生活视物,而且还极易引起黄斑变性、视网膜脱离、青光眼和白内障等严重并发症<sup>[4]</sup>。因此,积极防治近视是目前亟需解决的问题,当今有多种手段用于控制青少年近视的进展,如增加户外活动时间、角膜塑形镜 (orthokeratology)、多焦点渐变镜、周边离焦设计的隐形眼镜、低浓度阿托品滴眼液等方法,其中阿托品滴眼液作为一种简单便捷的近视防控手段,越来越受到青少年患者的青睐,因阿托品滴眼液浓度的不同,其临床疗效、不良反应<sup>[5-6]</sup> (如畏光、视物模糊、远期发生的调节能力下降、干眼及过敏性结膜炎等) 和停药后的屈光回退现象的发生率也各不相同。因此,本文通过收集并探讨国内外发表的关于低浓度阿托品滴眼液防治青少年近视的非随机和随机对照试验 (randomized controlled trials, RCTs) 进行 Meta 分析,以探讨低浓度阿托品滴眼液控制青少年近视的疗效性及安全性,为临床治疗青少年近视提供有效的参考。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

**1.1.1 文献检索策略** 运用计算机检索万方数据知识服务平台 (Wanfang Data)、中国知网 (CNKI)、维普网 (VIP)、PubMed、Cochrane Library 及 Embase 数据库中关于低浓度 (包括 0.01%、0.02%、0.025%、0.05%) 阿托品滴眼液控制青少年近视的非 RCTs 和 RCTs,检索时间为 2010-01/2024-03。语言限定为中文和英文。中文检索词为“近视”“屈光不正”“阿托品”“低浓度”“青少年”“儿童”“随机”“随机对照试验”等;英文检索词为:“myopia”“refractive error”“low concentration atropine”“adolescents”“child”“randomized controlled trial”“RCT”等;检索词随数据库的不同做相应调整,同时检索纳入研究的参考文献中的相关研究作为补充说明。

**1.1.2 文献纳入与排除标准** 纳入标准:(1)研究对象为年龄<18岁的青少年儿童;(2)研究类型为前瞻性、干预性对照试验,包括非 RCTs 和 RCTs;(3)干预措施:试验组为接受不同浓度阿托品滴眼液的患儿,对照组为配戴单光框架眼镜、全矫单焦框架眼镜、角膜塑形镜、玻璃酸钠、安慰剂或是不做任何处理的患儿;(4)疗程 $\geq 6$  mo;(5)结局指标包括眼轴长度 (axial length, AL)、等效球镜度 (spherical equivalent, SE)、调节幅度 (amplitude, AMP)、瞳孔直径 (pupil diameter)、不良反应 (如畏光、视物模糊、远期发生的调节能力下降、干眼及过敏性结膜炎等)。排除标准:(1)语言非中文或英文的文献;(2)研究对象患有先天性眼部疾病、遗传性近视、眼视功能异常或合并其他疾病者;(3)研究类型为会议论文、综述、指南、摘要、个案报道、调查等研究;(4)重复发表或共用同一组数据的文献,重复发表的文献仅取信息最全的 1 篇;(5)无法提取原始数据或无法获得全文;(6)非科技核心期刊文献。

### 1.2 方法

**1.2.1 文献筛选与资料提取** 文献由 2 名研究者独立筛选并进行核对,当出现意见不统一时则第 3 名研究人员加入共同讨论并决定是否纳入且提取相应资料信息;经过多轮文献筛查后,对最终所纳入的文献进行相关资料信息提取

并录入自制的文献信息提取表中,其中资料提取的内容包括:(1)纳入研究的基本信息:第一作者名称、文章发表时间等;(2)纳入文献中所采用的研究类型:RCTs 或非 RCTs;(3)纳入文献中研究对象的基本信息:总样本量、年龄、性别构成比等;(4)纳入文献中干预措施低浓度阿托品滴眼液的具体浓度值;(5)纳入文献中的治疗疗程;(6)纳入文献中的结局相关指标:AL、近视度数、角膜屈光力、晶状体屈光力、前房深度、眼压、总散光、角膜散光、SE、AMP、调节灵敏度 (adjustment sensitivity, AS)、瞳孔直径、不良反应 (畏光、视物模糊、远期发生的调节能力下降、干眼及过敏性结膜炎等)、最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA)、最佳矫正远视力 (best corrected distance visual acuity, BCDVA)、最佳矫正近视力 (best corrected near visual acuity, BCNVA)。

**1.2.2 纳入文献的偏倚风险评估** 由 2 名研究者采用《Cochrane 干预措施系统评价手册》Handbook 5.1.0 中的“偏倚风险评估”工具对纳入研究的方法学质量评价,其评价内容<sup>[7-8]</sup>包括:(1)随机序列产生;(2)分配隐藏;(3)研究方法是否为盲法 (对实施者和研究对象是否使用盲法);(4)对研究结果结局评价实施盲法;(5)结果数据完整性;(6)是否存在选择性报告;(7)其他偏倚。

**1.2.3 证据质量评价** 运用 GRADE 系统推荐分级方法<sup>[9]</sup>,使用 GRADEpro (<https://gradepro.org/>) 在线工具对结局指标进行证据质量分级。从局限性、不一致性、间接性、不准确性、发表偏倚等 5 个方面,将证据质量分成高、中、低、极低 4 级。

**统计学分析:**采用 Review Manager 5.4 软件进行 Meta 分析。计量资料采用均数 $\pm$ 标准差 ( $\bar{x}\pm s$ ),计算加权均数差 (weighted mean differences, WMD)、二分类变量采用相对危险度 (relative risk, RR) 及 95% 置信区间 (confidence intervals, CI) 作为不同浓度阿托品滴眼液对相关结局指标的变化效应指标。同时用 STATA 12.0 软件进行 Egger's 检验发表偏倚。使用  $I^2$  值判断不同研究间的异质性;若  $P\geq 0.05$  或  $I^2\leq 50\%$  表明各项研究间的异质性无统计学意义,使用固定效应模型进行 Meta 分析;若  $P<0.05$  或  $I^2>50\%$  表明各项研究间的异质性具有统计学意义,使用随机效应模型进行分析。若异质性过大,则进一步行亚组分析。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 文献筛选流程及结果** 根据上述检索策略进行文献检索,初步筛检出相关研究文献 813 篇,剔除重复文献 435 篇后获得 378 篇文献,再经过阅读文献标题和摘要后去除 245 篇,最后根据纳入标准和排除标准,阅读全文后复筛 32 篇,因此,最终纳入研究 17 篇,其中中文文献 12 篇,英文文献 5 篇。文献筛选流程见图 1。

**2.2 纳入研究基本特征** 纳入符合标准的 17 篇文献中 10 篇为 RCTs 研究,7 篇为非 RCTs 研究 (其 4 篇提及“随机”字样,余不明确) 共计近视青少年 3 764 例 3 952 眼,研究中 13 篇文献<sup>[10-22]</sup> 提及到结局指标为 AL 变化,5 篇文献<sup>[10,12,17-19]</sup> 提及到结局指标为 SE 变化,6 篇文献<sup>[11,15-16,21,23-24]</sup> 提及到结局指标为 AMP 变化,6 篇文献<sup>[11,15,21,23-25]</sup> 提及到结局指标为瞳孔直径变化,共计 6 篇文献<sup>[13,15-16,22-24]</sup> 提及到结局指标为不良反应。纳入文献的基本信息见表 1。

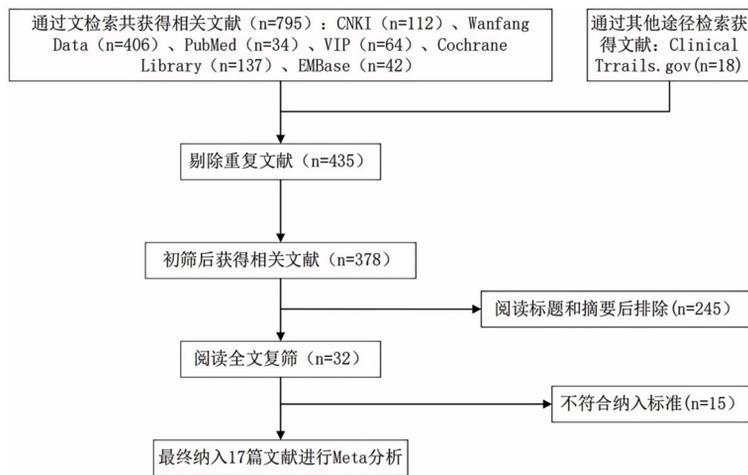


图1 文献筛选流程图。

表1 纳入文献的基本特征

第一作者	发表时间 (年份)	纳入标准	性别 (男/女,例)	眼数	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	干预措施	研究类型	疗程(mo)	结局指标
崔璨 <sup>[10]</sup>	2023	BCVA $\geq$ 0.80, 总散光<2.00 D, 屈光参差<1.00 D	60/59	119	9.3 $\pm$ 1.9	0.01%阿托品 滴眼液+框架眼镜	前瞻性队 列研究	12	①③④⑤ ⑥⑦⑧⑨⑩
郑婕 <sup>[11]</sup>	2020	BCVA $\geq$ 1.00, 总散光 $\leq$ 2.00 D, 屈光度 $\leq$ -2.00 D	23*	23	10.43 $\pm$ 2.29	0.01%阿托品 滴眼液	队列研究 “随机”	12	①⑩⑫
荣军博 <sup>[12]</sup>	2020	散光<-2.00 D, BCVA $\geq$ 0.80	32/30	62	9.5 $\pm$ 1.9	0.01%阿托品滴 眼液+框架眼镜	非 RCTs “自愿”	12	①⑨
钟梅 <sup>[23]</sup>	2019	屈光度-6.00--1.00 D, 总散光<2.00 D, 屈光参差<1.00 D	36/32	68	9.3 $\pm$ 2.0	单纯框架眼镜	RCTs	12	⑤⑥⑩⑫⑬
			32/30	62	9.5 $\pm$ 1.9	0.01%阿托品 滴眼液+全矫 单光框架眼镜			
			32/34	66	9.4 $\pm$ 1.6	0.02%阿托品 滴眼液+全矫 单光框架眼镜			
			35/33	68	9.3 $\pm$ 2.0	全矫单光 框架眼镜			
李萍 <sup>[24]</sup>	2021	屈光度-6.00--1.00 D, 总散光<-1.00 D	53/47	100	9.43 $\pm$ 1.12	0.01%阿托品 滴眼液+ 角膜塑形镜	非 RCTs “自愿”	6	⑥⑩⑫⑬⑮⑯
			43/44	87	9.54 $\pm$ 1.27	角膜塑形镜			
李静一 <sup>[13]</sup>	2018	符合近视性 屈光不正的诊断	110*	110	7-12 <sup>#</sup>	0.01%阿托品 滴眼液	RCTs	12	①⑥⑬
			117*	117	7-12 <sup>#</sup>	不做任何处理			
任秋锦 <sup>[14]</sup>	2017	角膜散光<-1.75 DC, 符合近视性屈光 不正的诊断	50*	50	11.96 $\pm$ 2.58	0.01%阿托品 滴眼液	RCTs	12	①
			50*	50	11.96 $\pm$ 2.58	角膜塑形镜			
			50*	50	11.96 $\pm$ 2.58	单光框架眼镜			
Yam <sup>[15]</sup>	2019	屈光度 $\leq$ -1.00 D, 总散光<2.50 D	110*	110	4-12 <sup>#</sup>	0.01%阿托品 滴眼液	RCTs	12	①⑩⑫⑬
			108*	108	4-12 <sup>#</sup>	0.025%阿托品 滴眼液			
			109*	109	4-12 <sup>#</sup>	0.05%阿托品 滴眼液			
			93*	93	4-12 <sup>#</sup>	安慰剂			

续表 1 纳入文献的基本特征

第一作者	发表时间 (年份)	纳入标准	性别 (男/女,例)	眼数	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	干预措施	研究类型	疗程	结局指标
Fu <sup>[16]</sup>	2020	屈光度-1.25--6.00 D, 总散光<2.00 D, 屈光参差<1.00 D	60/59	119	9.3±1.9	0.01%阿托品 滴眼液	RCTs	24	①⑩⑪⑬
			59/58	117	9.4±1.8	0.02%阿托品 滴眼液			
			52/48	100	9.5±1.4	单光框架眼镜			
Wang <sup>[17]</sup>	2023	屈光度-1.25--6.00 D, 总散光<2.00 D, 屈光参差<1.00 D	55/51	106	9.4±1.7	0.01%阿托品 滴眼液	前瞻性队 列研究 “随机”	24	①⑨⑪
			55/50	105	9.6±1.8	0.02%阿托品 滴眼液			
王铭 <sup>[26]</sup>	2022	BCVA≥0.80, 总散光<2.00 D, 屈光参差<1.00 D	47/42	89	9.3±1.4	单光框架眼镜	队列研究 “随机数字 表法”	12	⑦⑧
			60/59	119	9.3±1.9	0.01%阿托品 滴眼液			
			59/58	117	9.5±1.4	0.02%阿托品 滴眼液			
Li <sup>[18]</sup>	2020	屈光度≤-1.00 D, 总散光<2.50 D	97*	97	4-12 <sup>#</sup>	全矫单焦框架眼镜 0.01%阿托品 滴眼液	RCTs	12	①③⑤⑧⑨⑪
			91*	91	4-12 <sup>#</sup>	0.025%阿托品 滴眼液			
			102*	102	4-12 <sup>#</sup>	0.05%阿托品 滴眼液			
			93*	93	4-12 <sup>#</sup>	安慰剂			
朱勤 <sup>[19]</sup>	2021	屈光度-2.00--8.00 D	93*	186	8-12 <sup>#</sup>	0.05%阿托品 滴眼液	RCTs	24	①⑨
			95*	190	8-12 <sup>#</sup>	0.3%玻璃酸钠 滴眼液			
蔡剑茹 <sup>[25]</sup>	2021	符合近视性 屈光不正的诊断	46/34	80	9.70±1.56	0.025%阿托品 滴眼液	RCTs	24	⑫
			36/44	80	9.89±1.68	0.01%阿托品 滴眼液			
			35/45	80	9.55±1.70	空白对照组			
薛伟权 <sup>[20]</sup>	2010	屈光度-1.00--6.00 D, 总散光≤1.00 D	14/16	30	6-13 <sup>#</sup>	0.05%阿托品 滴眼液	前瞻性队列 研究“随机 数字表法”	12	①
			16/18	34	6-13 <sup>#</sup>	空白对照组			
Cui <sup>[21]</sup>	2021	屈光度-1.25--6.00 D, 总散光<2.00 D, 屈光参差<1.00 D	55/51	106	9.40±1.70	0.01%阿托品 滴眼液	RCTs	24	①⑩⑫
			55/51	106	9.40±1.70	0.01%阿托品 滴眼液			
张立新 <sup>[22]</sup>	2019	屈光度-1.00--6.00 D	47/42	89	9.30±1.40	单光框架眼镜	RCTs	12	①⑥⑬⑮
			12/18	30	7-15 <sup>#</sup>	0.01%阿托品 滴眼液			
			10/20	30	7-15 <sup>#</sup>	0.05%阿托品 滴眼液			
			15/15	30	7-15 <sup>#</sup>	不做任何处理			

注: \* 为性别信息欠具体,表示总例数;#为年龄范围,无具体数值;①为 AL,②为近视度数,③为角膜屈光力,④为晶状体屈光力,⑤为前房深度,⑥为眼压,⑦为总散光,⑧为角膜散光,⑨为 SE,⑩为 AMP,⑪为 AS,⑫为瞳孔直径,⑬为不良反应(畏光、视物模糊、远期发生的调节能力下降、干眼及过敏性结膜炎等),⑭为 BCVA,⑮为 BCDVA,⑯为 BCNVA。

2.3 纳入研究的文献质量评价 对纳入的 17 项研究采用 Cochrane Handbook5.1.0 进行风险偏倚评估,其中 10 篇文献<sup>[14-16,18-19,21-23,25]</sup>为 RCTs 研究,2 篇文献<sup>[20,26]</sup>采用随机数

字表法,2 篇文献<sup>[11,17]</sup>仅提及随机。所有文献表明对实施者、患者、结局评价实行盲法,结局数据完整。偏倚风险结局见图 2、3。

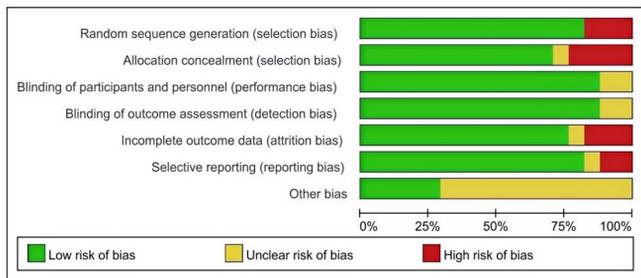


图2 纳入研究偏倚风险评估百分图。

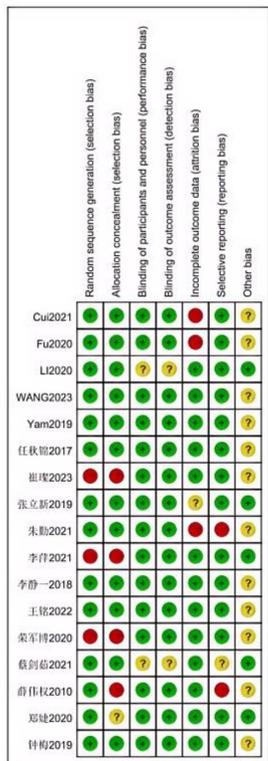


图3 纳入文献的偏倚风险评估汇总图。

## 2.4 Meta 分析结果

**2.4.1 AL** 共 13 项研究<sup>[10-22]</sup>分析了 AL 水平变化,各低浓度研究间存在统计学异质性 ( $I^2 = 90\%$ ,  $P < 0.00001$ ),采用随机效应模型进行分析,Meta 分析结果显示:低浓度阿托品组近视患者 AL 增长小于对照组,差异有统计学意义 [ $MD = -0.15$ ,  $95\% CI (-0.20, -0.10)$ ,  $P < 0.00001$ ]。其中 11 篇文献研究比较了 0.01%阿托品与安慰剂对近视青少年 AL 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.01%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = -0.12$ ,  $95\% CI (-0.18, -0.06)$ ,  $P = 0.0002$ ]。有 3 篇文献研究比较了 0.02%阿托品与安慰剂对近视青少年 AL 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.02%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = -0.23$ ,  $95\% CI (-0.30, -0.15)$ ,  $P < 0.00001$ ]。有 2 篇文献研究比较了 0.025%阿托品与安慰剂对近视青少年 AL 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.025%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = -0.12$ ,  $95\% CI (-0.16, -0.08)$ ,  $P < 0.00001$ ]。有 5 篇文献研究比较了 0.05%阿托品与安慰剂对近视青少年 AL 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.05%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = -0.19$ ,  $95\% CI (-0.28, -0.10)$ ,  $P < 0.0001$ ]。表明低浓度阿托品滴眼液对近视青少年干预后能有效减缓 AL

的增加。以上各低浓度阿托品滴眼液的亚组间比较差异有统计学意义 ( $P < 0.00001$ ),见图 4。

**2.4.2 SE** 共 5 项研究<sup>[10,12,17-19]</sup>报告了 SE 变化,各研究间存在统计学异质性 ( $I^2 = 71\%$ ,  $P = 0.002$ ),采用随机效应模型分析。Meta 分析结果显示:低浓度阿托品对近视患者 SE 变化有影响,差异有统计学意义 [ $MD = 0.39$ ,  $95\% CI (0.29, 0.48)$ ,  $P < 0.00001$ ]。其中 4 篇文献研究比较了 0.01%阿托品与安慰剂对近视青少年 SE 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.01%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = 0.26$ ,  $95\% CI (0.17, 0.36)$ ,  $P < 0.00001$ ]。有 1 篇文献研究比较了 0.02%阿托品与安慰剂对近视青少年 SE 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.02%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = 0.52$ ,  $95\% CI (0.34, 0.70)$ ,  $P < 0.00001$ ]。有 1 篇文献研究比较了 0.025%阿托品与安慰剂对近视青少年 SE 的影响,Meta 分析结果显示,0.025%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = 0.35$ ,  $95\% CI (0.21, 0.49)$ ,  $P < 0.00001$ ]。有 2 篇文献研究比较了 0.05%阿托品与安慰剂对近视青少年 SE 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.05%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = 0.48$ ,  $95\% CI (0.44, 0.53)$ ,  $P < 0.00001$ ]。以上各低浓度阿托品滴眼液能不同程度控制近视青少年 SE 变化,各亚组间比较差异有统计学意义 ( $P < 0.00001$ ),见图 5。

**2.4.3 AMP** 共 6 项研究<sup>[11,15-16,21,23-24]</sup>以 AMP 变化作为结局指标,各研究间存在统计学异质性 ( $I^2 = 98\%$ ,  $P < 0.00001$ ),采用随机效应模型分析。Meta 分析结果显示:低浓度阿托品对近视患者 AMP 变化有影响,差异有统计学意义 [ $MD = -2.54$ ,  $95\% CI (-4.49, -0.60)$ ,  $P = 0.01$ ]。其中 6 篇文献研究比较了 0.01%阿托品与安慰剂对近视青少年 AMP 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.01%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = -3.23$ ,  $95\% CI (-6.30, -0.15)$ ,  $P = 0.04$ ]。有 3 篇文献研究比较了 0.02%阿托品与安慰剂对近视青少年 AMP 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.02%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = -1.86$ ,  $95\% CI (-2.61, -1.10)$ ,  $P < 0.00001$ ]。有 1 篇文献研究比较了 0.025%阿托品与安慰剂对近视青少年 AMP 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.025%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = -1.34$ ,  $95\% CI (-2.04, -0.64)$ ,  $P = 0.0002$ ]。有 1 篇文献研究比较了 0.05%阿托品与安慰剂对近视青少年 AMP 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.05%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = -1.69$ ,  $95\% CI (-2.42, -0.96)$ ,  $P < 0.00001$ ]。见图 6。

**2.4.4 瞳孔直径** 共 6 项研究<sup>[11,15,21,23-25]</sup>报告了瞳孔直径 (pupil diameter),异质性检验结果显示 ( $I^2 = 99\%$ ,  $P < 0.00001$ ),采用随机效应模型分析。Meta 分析结果显示:低浓度阿托品对近视患者瞳孔直径变化有影响,差异有统计学意义 [ $MD = 0.80$ ,  $95\% CI (0.33, 1.28)$ ,  $P = 0.0010$ ]。其中 6 篇文献研究比较了 0.01%阿托品与安慰剂对近视青少年 AMP 变化的影响,Meta 分析结果显示,0.01%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义 [ $MD = 0.68$ ,  $95\% CI (0.10, 1.27)$ ,  $P = 0.02$ ]。有 2 篇文献研究比较了 0.02%阿托品与安慰剂对近视青少年瞳孔直径变化的影响,Meta

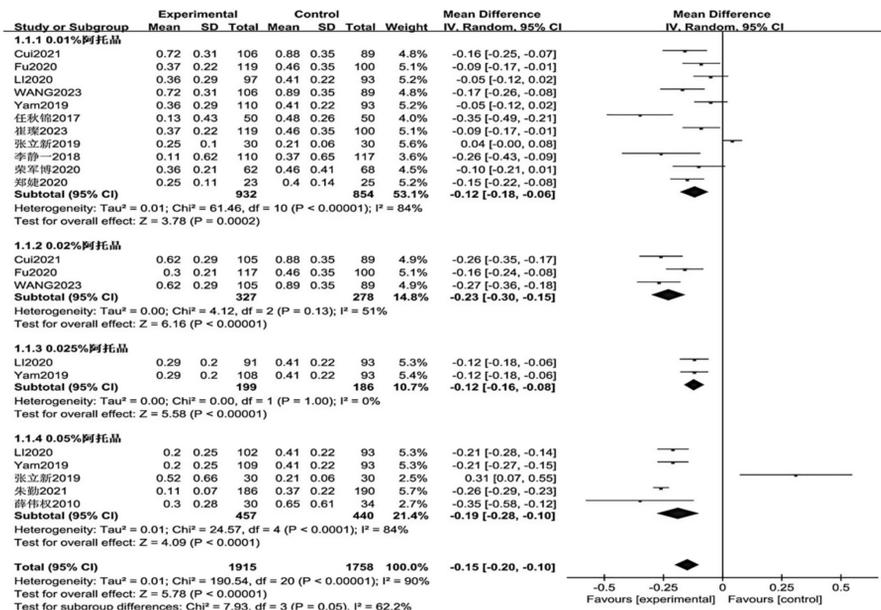


图4 低浓度阿托品对 AL 变化比较的森林图。

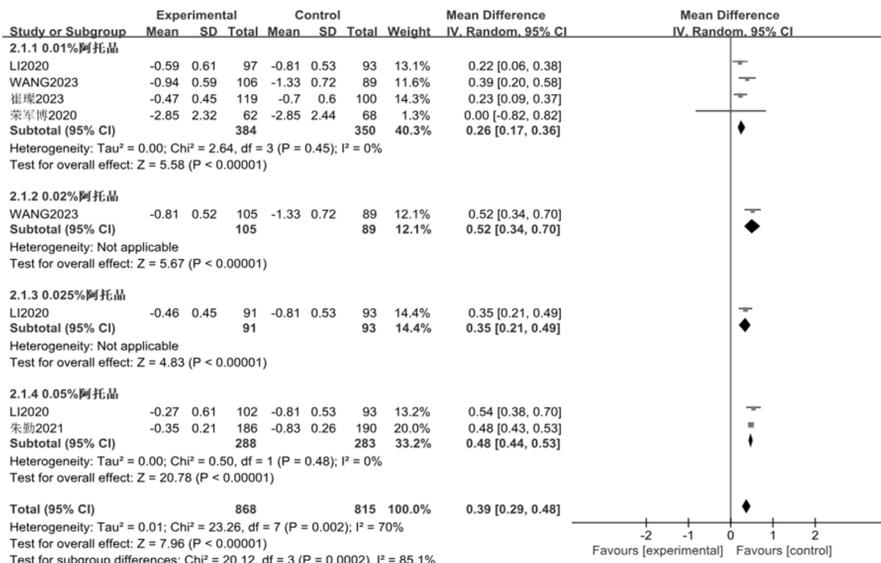


图5 低浓度阿托品对 SE 变化比较的森林图。

分析结果显示,0.02%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义[MD = 0.90, 95% CI (0.75, 1.06), P < 0.00001];有2篇文献研究比较了0.025%阿托品与安慰剂对近视青少年瞳孔直径变化的影响,Meta分析结果显示,0.025%阿托品与安慰剂相比,差异无统计学意义[MD = 1.37, 95% CI (-1.28, 4.02), P = 0.31];有1篇文献研究比较了0.05%阿托品与安慰剂对近视青少年瞳孔直径变化的影响,Meta分析结果显示,0.05%阿托品与安慰剂相比,差异有统计学意义[MD = 0.17, 95% CI (0.09, 0.25), P < 0.0001],以上各低浓度阿托品滴眼液能不同程度影响近视青少年瞳孔直径变化,各亚组间比较差异有统计学意义(P = 0.0010),见图7。

**2.4.5 不良反应** 共6项研究<sup>[13,15-16,22-24]</sup>报告了不良反应,其中4项研究<sup>[15-16,22-23]</sup>在治疗期间报告了具体的不良反应,主要是畏光、视物模糊、远期发生的调节能力下降、干眼及过敏性结膜炎等,2项研究<sup>[13,24]</sup>报告在治疗期间未发生不良反应。4项研究间异质性检验结果显示(I<sup>2</sup> = 73%, P = 0.01),采用随机效应模型进行分析。Meta分析结果显示:使用低浓度阿托品滴眼液引起的不良反应发生率高于

安慰剂对照组,差异有统计学意义[RR = 14.45, 95% CI (1.36, 153.44), P = 0.03],见图8。

**2.5 基于 Meta 分析不同指标的敏感性分析** 对各结局指标(分别为 AL、SE、AMP、瞳孔直径、不良反应)采用逐一剔除的方法对所有纳入的研究进行敏感性分析,见表2-6。

**2.5.1 AL 敏感性分析** 对 AL 采用单研究逐次排除的方法进行敏感性分析,即每次排除1项研究,其余重新进行 Meta 分析。结果显示,AL 纳入研究的所有点估计值均落在合并效应量的 95% CI 内,以上说明本研究结果的稳定性较好(表2)。

**2.5.2 SE 敏感性分析** 对 SE 指标采用单研究逐次排除的方法进行敏感性分析,即每次排除1项研究,其余重新进行 Meta 分析。结果显示,SE 指标纳入研究的所有点估计值均落在合并效应量的 95% CI 内,以上说明本研究结果具有良好的稳定性(表3)。

**2.5.3 AMP 敏感性分析** 对 AMP 指标采用单研究逐次排除的方法进行敏感性分析,即每次排除1项研究,其余重新进行 Meta 分析。结果显示,在 0.01%阿托品滴眼液干

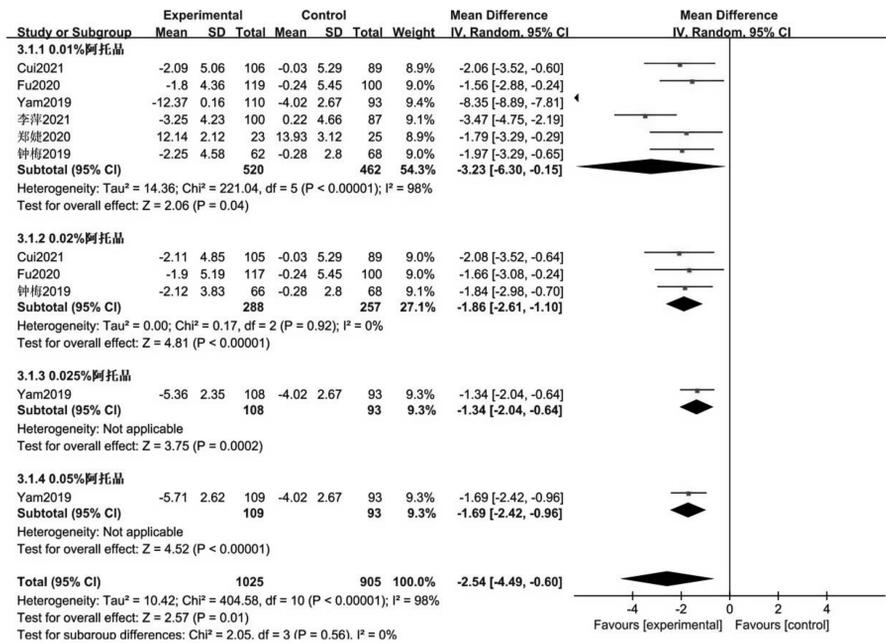


图6 低浓度阿托品对AMP变化比较的森林图。

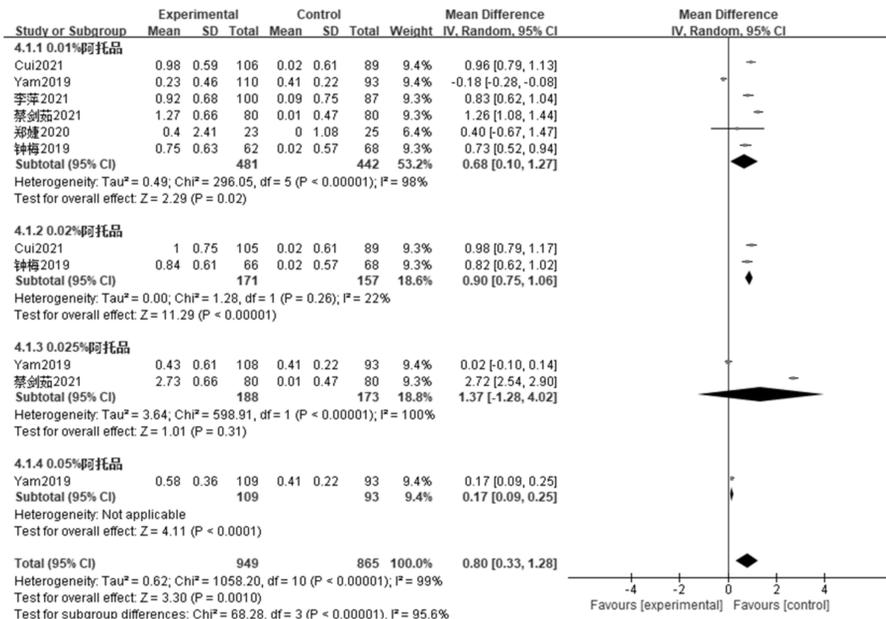


图7 低浓度阿托品对瞳孔直径变化比较的森林图。

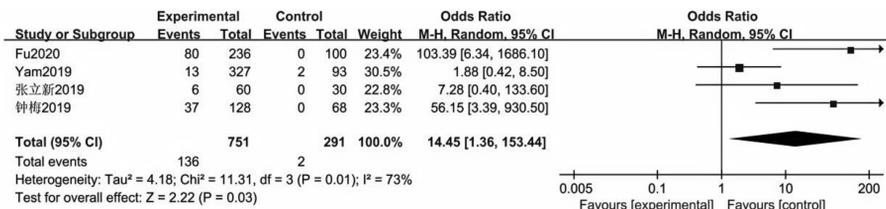


图8 低浓度阿托品滴眼液不良反应发生率的Meta分析结果。

干预下,排除李萍 2021 这项研究后, -3.23 (-6.30, -0.15), Z = 2.06, P = 0.04 改变为 -3.17 (-6.83, 0.48), Z = 1.7, P = 0.09,提示 0.01%阿托品滴眼液干预下试验组 AMP 较对照组无统计学意义,分析原因可能是由于纳入研究的数据较少、疗程周期较短,总体数据易受到单一数据的影响,余逐一排除纳入研究的点估计值均落在合并效应量的 95% CI 内,以上说明本研究结果的稳定性较差(表 4)。

**2.5.4 瞳孔直径敏感性分析** 对瞳孔直径指标采用单研究逐次排除的方法进行敏感性分析,即每次排除 1 项研究,其余重新进行 Meta 分析。结果显示,在 0.01%阿托品滴

眼液干预下,排除钟梅 2019 这项研究后, 0.68 (0.10, 1.27), Z = 2.29, P = 0.02 改变为 0.67 (-0.03, 1.37), Z = 1.88, P = 0.06;排除李萍 2021 这项研究后, 0.68 (0.10, 1.27), Z = 2.29, P = 0.02 改变为 0.65 (-0.04, 1.34), Z = 1.85, P = 0.06;排除蔡剑茹 2021 这项研究后, 0.68 (0.10, 1.27), Z = 2.29, P = 0.02 改变为 0.56 (-0.04, 1.16), Z = 1.82, P = 0.07;排除 Cui2021 这项研究后, 0.68 (0.10, 1.27), Z = 2.29, P = 0.02 改变为 0.62 (-0.06, 1.31), Z = 1.78, P = 0.08,提示 0.01%阿托品滴眼液干预下试验组瞳孔直径较对照组无统计学意义,分析原因可能是由于纳入

表 2 AL 敏感性分析

Meta 分析指标	剔除文献	异质性检验		效应量 (MD) 95%CI	Z	P
		$I^2$ (%)	P			
0.01%阿托品滴眼液	原始研究 Meta	84	<0.00001	-0.07(-0.09,-0.05)	5.81	<0.00001
	崔璨 2023	85	<0.00001	-0.07(-0.09,-0.04)	5.39	<0.00001
	郑婕 2020	84	<0.00001	-0.06(-0.08,-0.03)	4.71	<0.00001
	荣军博 2020	85	<0.00001	-0.07(-0.09,-0.04)	5.56	<0.00001
	张立新 2019	63	0.004	-0.12(-0.14,-0.09)	8.21	<0.00001
	李静一 2018	84	<0.00001	-0.06(-0.09,-0.04)	5.43	<0.00001
	任秋锦 2017	80	<0.00001	-0.06(-0.08,-0.04)	5.06	<0.00001
	Yam2019	85	<0.00001	-0.07(-0.09,-0.05)	5.66	<0.00001
	Fu2020	85	<0.00001	-0.07(-0.09,-0.04)	5.39	<0.00001
	Wang2023	84	<0.00001	-0.06(-0.09,-0.04)	5.09	<0.00001
	Li2020	85	<0.00001	-0.07(-0.09,-0.05)	5.67	<0.00001
	Cui2021	84	<0.00001	-0.06(-0.09,-0.04)	5.14	<0.00001
	0.02%阿托品滴眼液	原始研究 Meta	51	0.13	-0.22(-0.27,-0.17)	8.74
Fu2020		0	0.88	-0.27(-0.33,-0.20)	8.03	<0.00001
Wang2023		62	0.10	-0.20(-0.26,-0.14)	6.66	<0.00001
Cui2021		69	0.07	-0.21(-0.27,-0.15)	6.80	<0.00001
0.05%阿托品滴眼液	原始研究 Meta	84	<0.0001	-0.24(-0.26,-0.21)	17.63	<0.00001
	Li2020	87	<0.0001	-0.24(-0.27,-0.21)	16.51	<0.00001
	朱勤 2021	85	0.0002	-0.20(-0.24,-0.15)	8.67	<0.00001
	薛伟权 2010	87	<0.0001	-0.24(-0.26,-0.21)	17.40	<0.00001
	Yam2019	87	<0.0001	-0.24(-0.27,-0.21)	16.47	<0.00001
	张立新 2019	21	0.28	-0.24(-0.27,-0.22)	18.03	<0.00001

表 3 SE 敏感性分析

Meta 分析指标	剔除文献	异质性检验		效应量 (MD) 95%CI	Z	P
		$I^2$ (%)	P			
0.01%阿托品滴眼液	原始研究 Meta	0	0.45	0.26(0.17,0.36)	5.58	<0.00001
	崔璨 2023	13	0.32	0.29(0.15,0.42)	4.11	<0.00001
	荣军博 2020	11	0.33	0.27(0.17,0.37)	5.31	<0.00001
	Wang 2023	0	0.86	0.22(0.12,0.33)	4.09	<0.0001
	Li 2020	11	0.33	0.29(0.16,0.41)	4.45	<0.00001

表 4 AMP 敏感性分析

Meta 分析指标	剔除文献	异质性检验		效应量 (MD) 95%CI	Z	P
		$I^2$ (%)	P			
0.01%阿托品滴眼液	原始研究 Meta	98	<0.00001	-3.23(-6.30,-0.15)	2.06	0.04
	郑婕 2020	98	<0.00001	-3.51(-6.92,-0.09)	2.01	0.04
	钟梅 2019	98	<0.00001	-3.48(-6.92,-0.03)	1.97	0.05
	李萍 2021	98	<0.00001	-3.17(-6.83,0.48)	1.7	0.09
	Yam 2019	22	0.28	-2.20(-2.89,-1.51)	6.23	<0.00001
	Fu 2020	98	<0.00001	-3.56(-6.94,-0.18)	2.06	0.04
	Cui 2021	98	<0.00001	-3.46(-6.91,-0.00)	1.96	0.05
	0.02%阿托品滴眼液	原始研究 Meta	0	0.92	-1.86(-2.61,-1.10)	4.81
钟梅 2019		0	0.68	-1.87(-2.88,-0.86)	3.62	0.0003
Fu 2020		0	0.80	-1.93(-2.83,-1.04)	4.24	<0.0001
Cui 2021		0	0.85	-1.77(-2.66,-0.88)	3.9	<0.0001

研究的数据较少、疗程周期较短,总体数据易受到单一数据的影响,余逐一排除纳入研究的点估计值均落在合并效应量的 95%CI 内,以上说明本研究结果的稳定性较差(表 5)。

2.5.5 不良反应敏感性分析 对不良反应指标采用单研究

逐次排除的方法进行敏感性分析,即每次排除 1 项研究,其余重新进行 Meta 分析。结果显示,不良反应指标纳入研究的所有点估计值均落在合并效应量的 95%CI 内,以上说明本研究结果的稳定性较好(表 6)。

**2.6 发表偏倚检测** 采用 STATA12.0 软件进行 Egger's 检验对 0.01%阿托品滴眼液干预的 AL 进行发表偏倚评估,同时绘制漏斗图,结果显示  $P < 0.01$ ,提示存在显著发表偏倚,可能与样本量大小、具体干预措施、使用方式及疗程周期不一致等有关,由于其他指标各浓度纳入研究不足 10 篇,故未进一步行检测分析,见图 9-10。

**2.7 GRADE 证据分级** 使用 GRADE 工具对 AL、SE、AMP、瞳孔直径变化及不良反应的证据质量水平进行评估,GRADE 证据分级结果显示:瞳孔直径为中级质量证据,AL、AMP 和不良反应为低级质量证据,SE 为极低级质量证据,主要的降级因素包括高不一致性(高的统计学异质性)及部分研究实施未做到随机对照,见表 7。

表 5 瞳孔直径敏感性分析

Meta 分析指标	剔除文献	异质性检验		效应量(MD)95%CI	Z	P
		I <sup>2</sup> (%)	P			
0.01%阿托品滴眼液	原始研究 Meta	98	<0.00001	0.68(0.10,1.27)	2.29	0.02
	郑婕 2020	99	<0.00001	0.72(0.10,1.34)	2.26	0.02
	钟梅 2019	99	<0.00001	0.67(-0.03,1.37)	1.88	0.06
	李萍 2021	99	<0.00001	0.65(-0.04,1.34)	1.85	0.06
	Yam 2019	78	0.001	0.93(0.71,1.15)	8.23	<0.00001
	蔡剑茹 2021	98	<0.00001	0.56(-0.04,1.16)	1.82	0.07
	Cui 2021	98	<0.00001	0.62(-0.06,1.31)	1.78	0.08

表 6 不良反应敏感性分析

剔除文献	异质性检验		效应量(MD)95%CI	Z	P
	I <sup>2</sup> (%)	P			
原始研究 Meta	71	0.02	16.45(5.92,45.72)	5.37	<0.00001
Fu2020	62	0.07	8.19(2.73,24.54)	3.76	0.0002
Yam2019	0	0.44	39.01(7.76,196.19)	4.45	<0.00001
张立新 2019	81	0.006	17.91(5.99,53.56)	5.16	<0.00001
钟梅 2019	76	0.02	13.01(4.29,39.45)	4.53	<0.00001

表 7 低浓度阿托品滴眼液控制青少年近视结局指标的 GRADE 证据分级

结局指标	研究数量(篇)	研究类型	证据质量评价					样本量(眼)		证据等级
			局限性	不一致性	间接性	不精确性	发表偏倚	试验组	对照组	
AL	13	RCTs(8)	有 <sup>a</sup>	有 <sup>b</sup>	无	无	无	1915	1758	低级
		NRCTs(5;3 <sup>&amp;</sup> )								
SE	5	RCTs(2)	有 <sup>a</sup>	有 <sup>b</sup>	无	无	有 <sup>c</sup>	868	815	极低级
		NRCTs(3;1 <sup>&amp;</sup> )								
AMP	6	RCTs(4)	有 <sup>a</sup>	有 <sup>b</sup>	无	无	无	1025	905	低级
		NRCTs(2;1 <sup>&amp;</sup> )								
瞳孔直径	6	RCTs(4)	无	有 <sup>b</sup>	无	无	无	949	865	中级
		NRCTs(2;1 <sup>&amp;</sup> )								
不良反应	6	RCTs(5)	无	有 <sup>b</sup>	无	无	有 <sup>c</sup>	751	291	低级
		NRCTs(1;0 <sup>&amp;</sup> )								

注:NRCTs 为非随机对照试验,& 表示“随机”,a 表示盲法缺失,分配隐藏不充分;b 表示统计学异质性较大;c 表示纳入研究样本量较少。

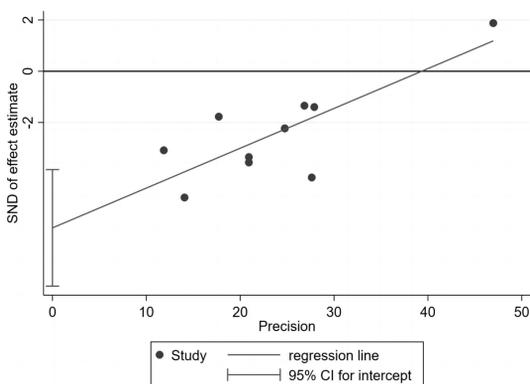


图 9 Egger's 检验发表偏倚图。

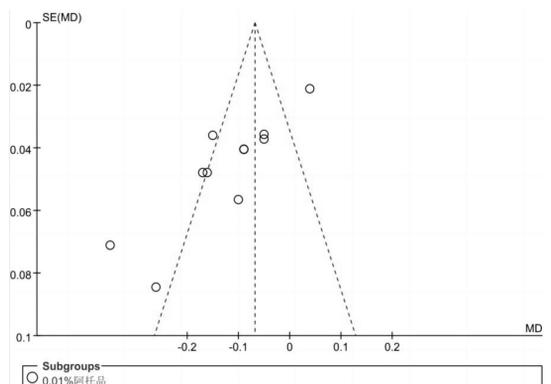


图 10 漏斗图。

### 3 讨论

本研究主要评估了低浓度阿托品用药在青少年近视患者中的疗效和安全性,结果显示,与安慰剂对照组相比,低浓度阿托品能不同程度减缓 AL 增长和有效控制 SE 变化,与既往 Meta 分析<sup>[27-28]</sup>结果相似。本研究结果亦显示:与对照组相比,低浓度阿托品滴眼液组 AMP 下降、瞳孔散大。Chia 等<sup>[29]</sup>通过 2 次随机双盲试验探讨了不同浓度阿托品 2 a 疗效和不良反应,综合分析 0.01% 阿托品控制近视进展效果显著且不良反应和用药后反弹发生率最低。Prousalı 等<sup>[30]</sup>研究表明 0.01% 阿托品滴眼液能使近视进展量减少,并报道出畏光、眼肿、眼痒等药物毒性反应;一项 Meta 分析研究<sup>[31]</sup>表明低浓度阿托品滴眼液局部滴眼能有效延缓近视,停药后近视有反弹,与本研究相似,各低浓度阿托品滴眼液对近视控制起积极作用,然而对于不良反应仍然需进一步加大临床研究探讨,最终实现“最高疗效,最低毒性”的效果。

在安全性方面,低浓度阿托品具有良好的耐受性。本研究结果显示,与安慰剂对照相比,各低浓度阿托品在不良事件(如畏光、视物模糊、远期发生的调节能力下降、干眼及过敏性结膜炎等)发生率方面有统计学意义( $P < 0.05$ ),与 Zhao 等<sup>[6]</sup>现有研究报道一致,其机制尚不十分清楚。因此,使用低浓度阿托品时应严密监测药物毒性。

本篇 Meta 分析有一定的局限性:(1)纳入文献数量少、各项研究样本量差异大、研究数据有限、研究类型、结局指标不够全面可能造成结果差异;(2)受试者的年龄、性别、近视度数的不均衡以及低浓度阿托品用药的频次及疗效周期差异可能会增加临床异质性并影响结果;(3)部分研究<sup>[32]</sup>报道用阿托品控制近视,可出现不同程度的毒性反应,然而现有研究对药物副作用报道数量少且只是简单描述未具体明确说明。因此,考虑到本研究的局限性,需行更多高质量的临床试验,进一步证实最佳低浓度阿托品的安全性与有效性。

综上所述,低浓度阿托品滴眼液在 AL 增长、SE 进展方面均有很好的控制效果,能显著增长瞳孔直径,同时降低 AMP,对青少年近视进展起着积极延缓作用。然而,值得注意的是随着阿托品滴眼液浓度的改变引起不同程度的不良事件风险,因此,为在进一步减少阿托品不良反应的基础上增加其控制近视效果,需要更大型临床研究试验充分阐明低浓度阿托品滴眼液的安全性和长期疗效效果,探索出最佳使用浓度、剂量与方案。

#### 参考文献

[1] 魏瑞华, 鹿大千, 金楠, 等. 国际近视研究学会 (IMI) 近视防控研究白皮书解读. 眼科新进展, 2019, 39(8): 701-713.  
[2] 瞿迎新, 金明. 氧化应激在高度近视发病机制中的作用研究进展. 眼科新进展, 2020, 40(4): 388-391.  
[3] Zi Y, Deng Y, Zhao J, et al. Morphologic and biochemical changes in the retina and sclera induced by form deprivation high myopia in guinea pigs. BMC Ophthalmol, 2020, 20(1): 105.  
[4] Cooper J, Tkatchenko AV. A review of current concepts of the etiology and treatment of myopia. Eye Contact Lens, 2018, 44(4): 231-247.  
[5] 符爱存, 赵兵新, 张俊杰, 等. 近视儿童应用 0.01% 硫酸阿托品滴眼液的不利反应. 中华实验眼科杂志, 2018, 36(6): 449-453.  
[6] Zhao F, Ma JX. Will the long term use of atropine eye drops in children increase the risk of dry eye? Med Hypotheses, 2019,

132; 109331.  
[7] Higgins JP, Altman DG, Gøtzsche PC, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ, 2011, 343: d5928.  
[8] Cumpston M, Li TJ, Page MJ, et al. Updated guidance for trusted systematic reviews: a new edition of the cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Cochrane Database Syst Rev, 2019, 10(10): ED000142.  
[9] Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, et al. GRADE guidelines: Introduction—GRADE evidence profiles and summary of findings tables. J Clin Epidemiol, 2011, 64(4): 383-394.  
[10] 崔璨, 符爱存, 魏丽, 等. 0.01% 阿托品滴眼液对青少年近视患者眼部生物学参数的影响. 中华实验眼科杂志, 2023, 41(4): 330-337.  
[11] 郑婕, 廖荣丰, 封利霞, 等. 0.01% 阿托品滴眼液控制青少年近视的效果及对调节功能的影响. 临床眼科杂志, 2020, 28(6): 533-537.  
[12] 荣军博, 符爱存, 吕勇, 等. 0.01% 阿托品滴眼液控制学龄儿童近视发展的疗效. 中华实验眼科杂志, 2020, 38(6): 494-498.  
[13] 李静一, 刘芙蓉, 周晓伟, 等. 0.01% 阿托品对学龄期儿童近视防控作用研究. 中国学校卫生, 2018, 39(3): 432-435.  
[14] 任秋锦, 岳辉, 王平, 等. 低浓度阿托品与角膜塑形镜控制近视疗效对比. 国际眼科杂志, 2017, 17(4): 794-796.  
[15] Yam JC, Jiang YN, Tang SM, et al. Low-concentration atropine for myopia progression (LAMP) study: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial of 0.05%, 0.025%, and 0.01% atropine eye drops in myopia control. Ophthalmology, 2019, 126(1): 113-124.  
[16] Fu AC, Stapleton F, Wei L, et al. Effect of low-dose atropine on myopia progression, pupil diameter and accommodative amplitude: low-dose atropine and myopia progression. Br J Ophthalmol, 2020, 104(11): 1535-1541.  
[17] Wang M, Cui C, Yu SA, et al. Effect of 0.02% and 0.01% atropine on ocular biometrics: A two-year clinical trial. Front Pediatr, 2023, 11: 1095495.  
[18] Li FF, Kam KW, Zhang YZ, et al. Differential effects on ocular biometrics by 0.05%, 0.025%, and 0.01% atropine: low-concentration atropine for myopia progression study. Ophthalmology, 2020, 127(12): 1603-1611.  
[19] 朱勤, 周圆, 张晓帆, 等. 0.05% 阿托品滴眼液对小学生近视控制的有效性和安全性. 中国学校卫生, 2021, 42(2): 170-172, 176.  
[20] 薛伟权, 黄圣统. 0.05% 阿托品控制儿童近视眼进展的研究. 眼科, 2010, 19(5): 320-322.  
[21] Cui C, Li X, Lyu Y, et al. Safety and efficacy of 0.02% and 0.01% atropine on controlling myopia progression: a 2-year clinical trial. Sci Rep, 2021, 11(1): 22267.  
[22] 张立新, 刘辉焜, 朱国平, 等. 不同低浓度阿托品制剂对青少年近视防控效果及安全性探析. 国际医药卫生导报, 2019, 25(24): 4002-4006.  
[23] 钟梅, 吕勇, 符爱存, 等. 质量分数 0.01% 和 0.02% 阿托品滴眼液对近视儿童瞳孔直径和调节幅度影响的一年随机、双盲、临床对照试验. 中华实验眼科杂志, 2019, 37(7): 540-545.  
[24] 李萍, 刘婷, 孙先桃. 角膜塑形镜联合 0.01% 硫酸阿托品眼用凝胶对小儿近视的疗效及影响因素分析. 国际眼科杂志, 2021, 21(4): 698-701.  
[25] 蔡剑茹, 李俊杰, 熊遥佳, 等. 不同浓度阿托品在儿童近视控制中的作用. 南通大学学报(医学版), 2021, 41(2): 191-193.

[26] 王铭, 符爱存, 崔璨, 等. 0.02% 和 0.01% 阿托品滴眼液对近视儿童散光的影响. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2022, 24(2): 123-130.

[27] 谷志明, 兰长骏, 钟维琪, 等. 不同浓度阿托品延缓近视儿童等效球镜度及眼轴长度效果的 Meta 分析. 国际眼科杂志, 2022, 22(10): 1671-1677.

[28] 李松玉, 杨迎新, 杨潮, 等. 不同浓度阿托品滴眼液控制儿童青少年近视进展的 Meta 分析. 国际眼科杂志, 2023, 23(1): 96-102.

[29] Chia A, Chua WH, Cheung YB, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (atropine for the treatment of myopia 2). *Ophthalmology*, 2012,

119(2): 347-354.

[30] Prousalis E, Haidich AB, Fontalis A, et al. Efficacy and safety of interventions to control myopia progression in children: an overview of systematic reviews and meta-analyses. *BMC Ophthalmol*, 2019, 19(1): 106.

[31] Bibi SS, Mohammad AS, Lyu F. A meta analysis on atropine controlling myopia progression in children. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2019, 37(7): 559-565.

[32] Joachimsen L, Farassat N, Bleul T, et al. Side effects of topical atropine 0.05% compared to 0.01% for myopia control in German school children: a pilot study. *Int Ophthalmol*, 2021, 41(6): 2001-2008.

## 更正启事

《国际眼科杂志》2018 年第 18 卷第 5 期第 840-843 页《XEN 凝胶支架引流装置植入术治疗青光眼》一文中 1.2 部分数据单位有误, 特此更正并诚挚向读者致歉。更正内容如下:

**1.2 XEN 凝胶支架的规格** XEN 凝胶支架长度 6 mm, 宽度几乎与人的头发一样细。XEN 凝胶支架在内径上有不同的规格, 对应着控制不同眼压。其中 XEN-140 内径最大, 约 140  $\mu\text{m}$ ; XEN-63 内径较小, 约 63  $\mu\text{m}$ ; XEN-45 内径最小, 约 45  $\mu\text{m}$ 。

国际眼科杂志社  
2024-09-24