

三种不同干预方法对近视儿童调节参数及屈光度的影响

刘莎¹, 王彬¹, 王广江², 董竞¹

引用: 刘莎, 王彬, 王广江, 等. 三种不同干预方法对近视儿童调节参数及屈光度的影响. 国际眼科杂志 2021; 21 (11): 1870-1874

作者单位:¹(014010) 中国内蒙古自治区包头市, 内蒙古科技大学包头医学院第一附属医院眼科;²(014040) 中国内蒙古自治区包头市, 内蒙古科技大学包头医学院

作者简介: 刘莎, 毕业于包头医学院, 硕士, 主治医师, 研究方向: 青少年近视防控。

通讯作者: 董竞, 毕业于山东大学, 硕士, 主任医师, 眼科主任, 研究方向: 角膜屈光、青少年近视防控. dongjingbb@126.com

收稿日期: 2021-04-27 修回日期: 2021-10-11

摘要

目的: 通过观察低浓度阿托品、角膜塑形镜、框架眼镜对包头市近视儿童的控制效果, 分析其近视相关调节参数的变化规律, 为近视防控提供依据。

方法: 选取 2018-06/12 在包头医学院第一附属医院眼科门诊就诊的 8~14 岁近视儿童 120 例 240 眼, 分为低浓度阿托品组、角膜塑形镜组和框架眼镜组, 并在 1、3、6、12mo 分别对调节滞后量、正相对调节、负相对调节及屈光度进行随访。

结果: 随访 3、6、12mo, 低浓度阿托品组与角膜塑形镜调节滞后量有差异 ($P < 0.05$); 随访 6、12mo 时, 角膜塑形镜组与框架眼镜组调节滞后量有差异 ($P < 0.05$)。随访 3、6、12mo 时, 低浓度阿托品组与角膜塑形镜组、框架眼镜组负相对调节均有差异 ($P < 0.05$)。在各随访时间点角膜塑形镜组与低浓度阿托品组、框架眼镜组正相对调节均有差异 ($P < 0.05$)。随访 6、12mo, 低浓度阿托品组与框架眼镜组屈光度有差异 ($P < 0.05$); 随访 12mo, 角膜塑形镜组与框架眼镜组屈光度有差异 ($P < 0.05$)。

结论: 角膜塑形镜可以通过降低调节滞后量, 解决远视离焦的问题, 同时还可以提高正相对调节, 但需要长期坚持配戴。低浓度阿托品可以提高负相对调节, 但可能有其他途径来控制近视的发展。相较其它组而言, 框架眼镜对于各调节指标影响较小, 对近视的控制效果并不显著。

关键词: 近视控制; 角膜塑形镜; 低浓度阿托品; 框架眼镜; 调节参数

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2021.11.07

Effects of different intervention methods on regulatory parameters and diopter of myopic children

Sha Liu¹, Bin Wang¹, Guang - Jiang Wang², Jing Dong¹

¹Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of

Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China; ²Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014040, Inner Mongolia Autonomous Region, China

Correspondence to: Jing Dong. Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, Inner Mongolia Autonomous Region, China. dongjingbb@126.com

Received: 2021-04-27 Accepted: 2021-10-11

Abstract

• AIM: To observe the control effects of low concentration atropines, orthokeratology, and spectacles on children with myopia in Baotou, and to analyze change rules of myopia-related regulatory parameters for providing bases for myopia preventions and controls.

• METHODS: We selected 120 children with myopia aged 8-14 years old (240 eyes), treated in Ophthalmology Clinic of the First Affiliated Hospital of Baotou Medical College from June 2018 to December 2018. They were divided into three groups as follows: low concentration atropine group, orthokeratology group, and spectacles group. The accommodative lag, positive relative accommodation, negative relative accommodation, and diopter were followed up at 1, 3, 6, 12mo.

• RESULTS: During the follow ups of 3, 6, and 12mo. We observed a statistically significant difference in the accommodative lag between the orthokeratology group and low concentration atropine group spectacles group ($P < 0.05$). At the 6, 12mo follow up, there was a statistical difference in the accommodative lag between the orthokeratology group and the spectacles group ($P < 0.05$). During the follow ups of 3, 6, and 12mo, there was a statistically significant difference in negative relative accommodations among the low concentration atropine group, orthokeratology group, and spectacles group ($P < 0.05$). The difference in positive relative accommodations was statistically significant among the orthokeratology group, low concentration atropine group, and spectacles group at each time point during the follow ups ($P < 0.05$). During the follow ups of 6, 12mo, the difference of equivalent spherical lens was statistically significant among the low concentration atropine group and spectacles group ($P < 0.05$). At the follow up 12mo, the difference between the equivalent spherical lens of the orthokeratology group and the spectacles group was statistically significant ($P < 0.05$).

• CONCLUSION: The effects of three commonly used methods of controlling myopia on the accommodation parameters of myopic children are as follows:

orthokeratology can not only solve the problem of hyperopia defocus by reducing accommodation lags but also improve positive relative accommodations, while it should be worn for a prolonged period. Low concentration atropine can improve the negative relative accommodations. However, there may be other ways to control myopia development. Compared to other groups, the spectacles group exerted fewer effects on each adjustment index, and did not demonstrate a significant effect on myopia control.

• **KEYWORDS:** myopia control; orthokeratology; low concentration atropine; spectacles; accommodation parameter

Citation: Liu S, Wang B, Wang GJ, et al. Effects of different intervention methods on regulatory parameters and diopter of myopic children. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2021;21(11):1870-1874

0 引言

近视已经成为一个全球性的问题,亚洲地区更是近视的高发地带^[1],特别是我国人口基数大,伴随着近年来“二胎”政策的放开,新生儿与儿童的数量逐渐增加,我国近视主要有低龄化、高发率两大特点。目前公认的近视发病机制有遗传因素与环境因素^[2],近距离用眼和户外活动减少是目前已知环境因素中影响屈光度的主要部分。电子产品的广泛使用,网络线上教学活动的大力开展,现代化电子设备汲取知识成为了主流的学习方式之一,这无疑会增加近视的发病率。Saxena 等^[3]的研究发现阅读时间及电子产品使用时间的增加都是导致近视进展的危险因素,持续近距离工作会引起相关调节参数的变化,造成周边视网膜出现远视离焦,当远视离焦发展到一定程度,视网膜上的模糊像可能刺激视网膜产生神经介质,诱导巩膜生长,导致近视的发生及加剧^[4]。研究表明,随着年龄增长,屈光状态会向正视甚至近视发展,眼轴变长,晶状体屈光力增强,调节可引起相关眼动参数变化,因此近视的发生发展与调节眼动参数变化的关系十分密切^[5],调节功能保持正常,成为控制近视的重要组成部分之一。目前公认的控制近视的非手术方法主要有框架眼镜、角膜塑形镜、低浓度阿托品等,但对于儿童近视控制方式的有效性研究多数以屈光度、视力、眼轴等方面为主^[6-7],而对于儿童近视进展状态下的调节参数研究甚少。为此本研究从近视的调节机制入手,通过长期观察不同近视矫正方式对调节参数的影响,以及对近视的控制效果,从而为近视儿童制定更加合适的控制方法提供可靠依据。

1 对象和方法

1.1 对象 选取 2018-06/12 在包头医学院第一附属医院眼科就诊的 8~14 岁近视儿童 120 例 240 眼作为研究对象,纳入标准:(1)屈光条件:睫状肌麻痹后双眼等效球镜均在 $-0.50 \sim -5.00\text{D}$,顺规散光 $< -1.50\text{D}$,逆规散光 $< -0.75\text{D}$,双眼屈光参差 $\leq 1.50\text{D}$,最佳矫正视力 (BCVA) ≥ 5.0 ,角膜曲率 $39.5 \sim 46.25\text{D}$;(2)眼压 $10 \sim 21\text{mmHg}$;(3)均未有眼部手术史;(4)环境、卫生条件良好,依从性好,能按时前往医院就诊。排除标准:(1)8 岁以下儿童;(2)有角膜感染、圆锥角膜或者其它角膜病变者;(3)有严重的病理性近视眼底改变者;(4)正在使用眼部其他药物或仪器用于控制近视者;(5)有阿托品及相关散瞳药物过敏

史、呼吸系统疾病史;(6)有接触镜过敏史;(7)无法配合且依从性差的儿童。向纳入研究的近视儿童家长详细说明该检查的具体流程、目的及其意义,征得被检儿童及其监护人同意后进行。本研究遵循《世界医学协会赫尔辛基宣言》,并通过内蒙古科技大学包头医学院第一附属医院伦理委员会的批准。

1.2 方法 该研究属于前瞻性的非随机同期对照研究,所纳入的研究对象根据监护人及患儿意愿选择的干预方式进行相应检查并入选。低浓度阿托品组:每晚睡前滴低浓度阿托品(规格:6mL:0.6mg)至结膜囊,每眼 1 滴,由监护人辅助监督儿童完成,并根据验光结果配戴单焦点框架眼镜。角膜塑形镜组:保证每天晚上可以配戴 8~10h,次日裸眼视力达 0.8 以上。框架眼镜组:常规配戴单焦点框架眼镜。

1.2.1 屈光度检查 所纳入的研究对象在干预前及不同随访时间点行睫状肌麻痹后屈光度检查,转换为等效球镜进行统计分析。

1.2.2 调节功能的测定 利用综合验光仪 (NIDEK RT5100) 在屈光度数完全矫正的情况下进行调节反应、正负相对调节的测量。

1.2.3 随访时间 对所有研究对象在干预前、随访 1、3、6、12mo 时进行复查,检测指标包括视力、正相对调节、负相对调节、调节滞后量,在干预前、随访 6、12mo 时行屈光度检查,角膜塑形镜组在停戴 1mo 后进行屈光度检查。

统计学分析:采用 SPSS26.0 统计学软件,首先利用直方图、P-P 图、Q-Q 图、箱式图、柯尔莫戈洛夫-斯米诺夫检验和夏皮罗-威尔克检验对计量资料进行正态性检验,符合正态分布采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用单因素方差分析、重复测量数据的方差分析,进一步的两两比较采用最小显著性差异法与邦弗伦尼校正法,多重两两比较采用 SIDAK 检验与图基检验;不符合正态分布的统计指标使用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用 Kruskal-Wallis H 检验。计数资料采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 三组近视儿童干预前性别、年龄、调节参数、屈光度比较,差异均无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 1)。

2.2 调节指标测定结果

2.2.1 调节滞后量 三组干预前后不同时间调节滞后量比较,组别差异有统计学意义 ($F = 8.278, P < 0.01$),时间与交互差异均无统计学意义 ($F_{\text{时间}} = 0.465, P_{\text{时间}} = 0.754; F_{\text{时间} \times \text{组别}} = 2.418, P_{\text{时间} \times \text{组别}} = 0.053$)。随访 3、6、12mo,低浓度阿托品组与角膜塑形镜调节滞后量的差异有统计学意义 ($P < 0.05$);随访 6、12mo 时,角膜塑形镜组与框架眼镜组调节滞后量的差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。低浓度阿托品组与框架眼镜组调节滞后量的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 2,图 1。

2.2.2 负相对调节 干预前后不同时间三组负相对调节比较,差异有统计学意义 ($F_{\text{组间}} = 147.157, P_{\text{组间}} < 0.01; F_{\text{时间}} = 22.009, P_{\text{时间}} < 0.01; F_{\text{时间} \times \text{组别}} = 63.305, P_{\text{时间} \times \text{组别}} < 0.01$)。在干预前,三组间相互比较负相对调节的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随访 3、6、12mo 时,低浓度阿托品组与角膜塑形镜组、框架眼镜组负相对调节的差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。其余各随访时间点各组之间负相对调节的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),见表 3,图 2。

表1 三组患者干预前资料比较

分组	眼数	年龄	男/女(例)	屈光度	正相对调节	负相对调节	调节滞后量
		[$M(P_{25}, P_{50})$, 岁]		($\bar{x} \pm s, D$)	($\bar{x} \pm s, D$)	($\bar{x} \pm s, D$)	($\bar{x} \pm s, D$)
低浓度阿托品组	80	12(10, 14)	20/20	-2.02±1.50	-1.68±0.66	1.34±0.25	0.78±0.30
角膜塑形镜组	80	12(10, 14)	16/24	-2.16±1.12	-1.54±0.44	1.37±0.24	0.83±0.37
框架眼镜组	80	12(9.25, 14)	19/21	-2.18±1.07	-1.46±0.42	1.45±0.24	0.84±0.36
统计值		0.018	0.873	0.185	1.882	2.193	0.287
P		0.991	0.646	0.831	0.157	0.116	0.751

表2 三种干预方式调节滞后量的比较

组别	干预前	随访1mo	随访3mo	随访6mo	随访12mo
低浓度阿托品组	0.78±0.30	0.86±0.27	0.86±0.25	0.86±0.29	0.87±0.28
角膜塑形镜组	0.83±0.37	0.81±0.34	0.69±0.24	0.68±0.21	0.65±0.25
框架眼镜组	0.84±0.36	0.84±0.47	0.81±0.35	0.84±0.35	0.90±0.34

表3 三种干预方式负相对调节的比较

组别	干预前	随访1mo	随访3mo	随访6mo	随访12mo
低浓度阿托品组	1.34±0.25	1.36±0.29	1.95±0.22	2.23±0.31	2.05±0.25
角膜塑形镜组	1.37±0.24	1.41±0.24	1.36±0.23	1.45±0.34	1.38±0.33
框架眼镜组	1.45±0.24	1.34±0.31	1.37±0.33	1.30±0.32	1.25±0.30

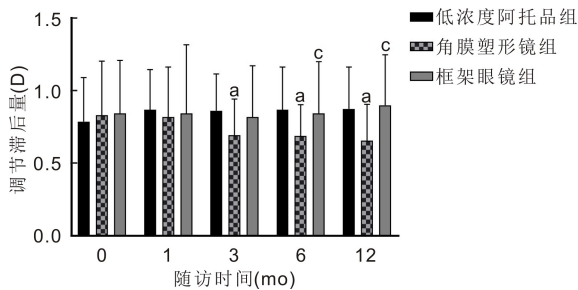


图1 不同随访时间点三组调节滞后量的比较 ^a $P < 0.05$ vs 低浓度阿托品组; ^c $P < 0.05$ vs 角膜塑形镜组。

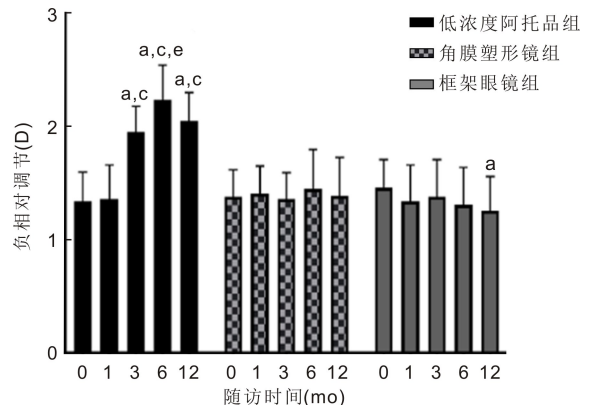


图3 不同组别中随访时间的不同对负相对调节的影响比较 ^a $P < 0.05$ vs 基线; ^c $P < 0.05$ vs 随访1mo; ^e $P < 0.05$ vs 随访3mo。

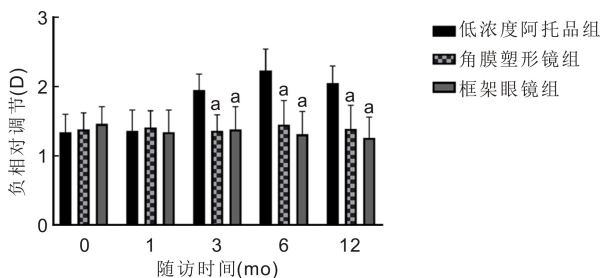


图2 不同随访时间点三组负相对调节的比较 ^a $P < 0.05$ vs 低浓度阿托品组。

在低浓度阿托品组中,干预前与随访3、6、12mo 负相对调节的差异均有统计学意义($P < 0.05$);随访1mo 与随访3、6、12mo 负相对调节的差异均有统计学意义($P < 0.05$);随访3mo 与随访6mo 负相对调节的差异有统计学意义($P < 0.05$),其余各随访时间点各组之间负相对调节的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。在角膜塑形镜组中,各随访时间点负相对调节的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。在框架眼镜组中,干预前与随访12mo 负相对调节的差异有统计学意义($P < 0.05$),其余各随访时间点负相对调节的差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表3,图3。

2.2.3 正相对调节 干预前后不同时间三组正相对调节比较,差异有统计学意义($F_{\text{组间}} = 214.433, P_{\text{组间}} < 0.01; F_{\text{时间}} = 17.020, P_{\text{时间}} < 0.01; F_{\text{时间} \times \text{组别}} = 31.680, P_{\text{时间} \times \text{组别}} < 0.01$)。在干预前,三组间相互比较正相对调节的差异无统计学意义($P > 0.05$)。随访1、3、6、12mo 时,低浓度阿托品组、框架眼镜组与角膜塑形镜组正相对调节的差异均有统计学意义($P < 0.05$)。其余各随访时间点各组之间正相对调节的差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表4,图4。

在低浓度阿托品组中,干预前与随访1mo 正相对调节的差异有统计学意义($P < 0.05$),其余各随访时间点正相对调节的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。在角膜塑形镜组中,干预前与随访6、12mo 正相对调节的差异均有统计学意义($P < 0.05$);随访1mo 与随访6、12mo 正相对调节的差异均有统计学意义($P < 0.05$);随访3mo 与随访6、12mo 正相对调节的差异均有统计学意义($P < 0.05$);随访6mo 与随访12mo 正相对调节的差异有统计学意义($P < 0.01$),其余各随访时间点正相对调节的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。在框架眼镜组中,各随访时间点正相对

表 4 三种干预方式正相对调节的比较

 $(\bar{x} \pm s, D)$

组别	干预前	随访 1mo	随访 3mo	随访 6mo	随访 12mo
低浓度阿托品组	-1.68±0.66	-1.31±0.53	-1.39±0.55	-1.37±0.52	1.41±0.32
角膜塑形镜组	-1.54±0.44	-1.74±0.47	-1.89±0.63	-2.75±0.54	-3.23±0.66
框架眼镜组	-1.46±0.42	-1.43±0.44	-1.31±0.52	-1.31±0.47	-1.20±0.41

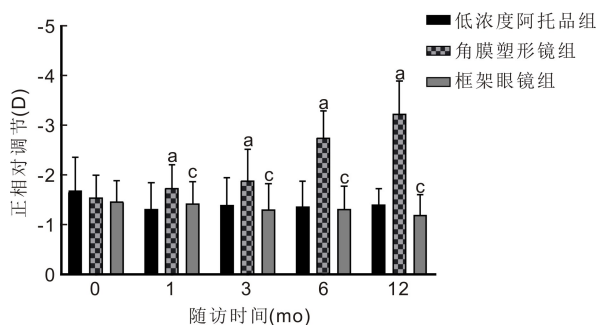
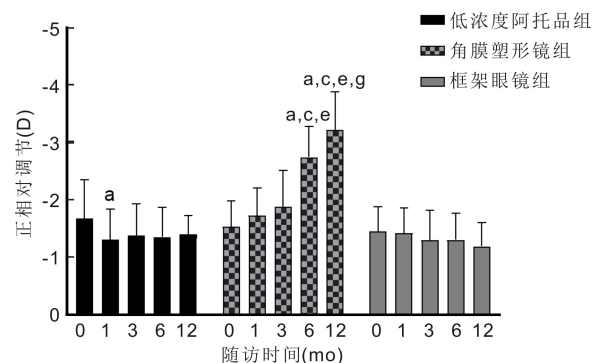
图 4 正相对调节在不同随访时间点组别间的比较 ^a $P < 0.05$ vs 低浓度阿托品组; ^c $P < 0.05$ vs 角膜塑形镜组。图 5 不同组别中随访时间的不同对正相对调节的影响比较 ^a $P < 0.05$ vs 基线; ^c $P < 0.05$ vs 随访 1mo; ^e $P < 0.05$ vs 随访 3mo; ^g $P < 0.05$ vs 随访 6mo。

表 5 不同干预方式屈光度的比较

 $(\bar{x} \pm s, D)$

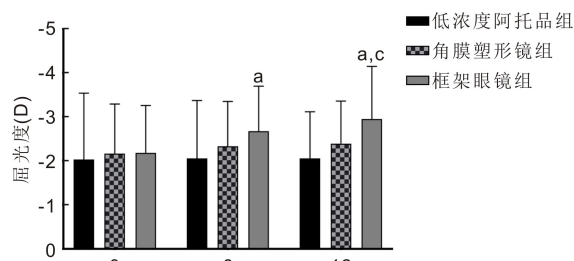
组别	干预前	随访 6mo	随访 12mo
低浓度阿托品组	-2.02±1.50	-2.05±1.31	-2.05±1.06
角膜塑形镜组	-2.16±1.12	-2.32±1.01	-2.39±0.96
框架眼镜组	-2.18±1.07	-2.67±1.02	-2.95±1.19

调节的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 4, 图 5。

2.2.4 屈光度 干预前后不同时间三组屈光度比较, 组别差异有统计学意义 ($F = 6.708, P = 0.002$), 时间与交互差异均无统计学意义 ($F_{\text{时间}} = 2.713, P_{\text{时间}} = 0.071; F_{\text{时间} \times \text{组别}} = 2.289, P_{\text{时间} \times \text{组别}} = 0.106$)。随访 6、12mo 时低浓度阿托品组与框架眼镜组屈光度的差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 随访 12mo 时, 角膜塑形镜组与框架眼镜组屈光度的差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。低浓度阿托品组与角膜塑形镜组屈光度的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 5, 图 6。

3 讨论

目前临床工作中常用的近视控制治疗包括框架眼镜、角膜塑形镜、低浓度阿托品等方法, 但其优缺点各异, Huang 等^[8]的 Meta 分析发现, 阿托品在控制屈光度与眼轴方面具有明显的效果, 低浓度阿托品停药后近视反弹现象发生率更低, 但其畏光、视近模糊、眼压升高等不良反应发生率较高; 角膜塑形镜有着仅需夜间配戴, 短期内可提高裸眼视力, 长期使用则可重塑角膜形态的优点^[9-10], 然

图 6 不同随访时间点三组屈光度的比较 ^a $P < 0.05$ vs 低浓度阿托品组; ^c $P < 0.05$ vs 角膜塑形镜组。

而夜戴型角膜塑形镜也有导致角膜缺氧, 乳酸堆积进而导致角膜上皮水肿脱落甚至感染的风险^[11]; 框架眼镜因其价格便宜的优点而应用广泛, 但在配戴过程中容易滑落, 光学中心偏离后成像效果差容易引起视疲劳的发生, 对近视控制效果常被认为并不显著^[12]。

屈光不正与调节滞后量关系密切, 正视儿童的调节滞后量要显著低于近视儿童^[13-14]。但在近视儿童中, 不同干预方式对调节滞后量的影响也有着显著区别, 角膜塑形镜在高调节需求时调节滞后量明显低于框架眼镜^[15]。另有研究发现框架眼镜周边较厚会产生棱镜效应, 导致周边焦点落到视网膜之后, 从而产生周边视网膜的远视离焦, 致使其调节滞后量增高^[16]; 此外 Collewijn 等^[17]研究发现框架眼镜在眼前摆动时, 眼球会出现幅度为 2~12 分弧, 频率为 0.20~10.0Hz 的生理性非自主摆动, 这样的摆动使镜片旁中心焦点落于黄斑区, 此种现象促使了近视的进一步发展^[18]。在本研究中, 低浓度阿托品、角膜塑形镜、框架眼镜对于调节滞后量的影响均有显著差异, 角膜塑形镜相对于低浓度阿托品、框架眼镜而言对调节滞后量的降低程度更加明显, 但低浓度阿托品与框架眼镜对于调节滞后量的影响却无明显差别。通过调节滞后量变化程度的对比, 角膜塑形镜可能具有着改善近视的独特作用。

不仅如此, 配戴角膜塑形镜还可以提高正相对调节, 这可能是由于角膜塑形镜可使眼前节的变化幅度增大, 晶状体形状改变所引起^[19]。本研究中, 不同随访时间点角膜塑形镜提高正相对调节的作用均要优于其它两组, 角膜塑形镜在提高正相对调节储备能力方面更加突出。配戴角膜塑形镜后, 角膜曲率变平, 矫正了近视状态, 视网膜成像清晰, 不用再依靠移近来看清楚物体, 也就不需要调动更多的调节力, 可以像正视眼一样正常使用调节力, 睫状肌力得以休息, 正相对调节逐渐增加^[20], 但与之相左的是 Felipe-Marquez 等^[21]通过研究成年人配戴角膜塑形镜后发现其正相对调节并无明显变化, 这可能是由于其纳入研究对象年龄段与本研究不同有关, 相较于成年人而言, 儿童眼球处于快速发育阶段, 其调节能力可能要明显强于成年人。此外本研究还发现随着时间的延长, 正相对调节的量逐步增加, 可能是由于角膜塑形镜通过改善周边视网膜成像的光学离焦问题, 提高了视网膜特别是周边视野的成像质量。这也提示角膜塑形镜需长期坚持配戴才能达到

提高正相对调节的效果。

但对于负相对调节而言,角膜塑形镜却没有体现出更多的作用,相较而言低浓度阿托品组中,随访1mo时负相对调节值无明显变化,直到3mo后负相对调节才开始逐渐升高,一直持续增长到6mo时,3mo前无明显变化可能是由于本次研究中阿托品浓度较低,而3~6mo的持续增长可能与其睫状肌麻痹有关,睫状肌麻痹会对调节有一定影响,长期近距离工作可造成调节紧张,阿托品可能通过拮抗睫状肌上M受体,从而使睫状肌放松达到治疗近视的作用^[22]。但随访6mo与随访12mo负相对调节差异却无统计学意义,该结果提示在使用低浓度阿托品的后期,其对负相对调节的影响较小。目前关于阿托品控制近视的发展有不同学说,包括M受体学说、GAT-1学说,推测0.01%阿托品主要通过抑制M1、M4两个亚型来控制近视的发展^[23-24]。阿托品也可能通过拮抗视网膜色素上皮的M受体使脉络膜增厚,进而抑制近视加重^[25];而GAT-1学说则推测阿托品通过调节GAT-1调控近视的进展。但低浓度阿托品组与框架眼镜组屈光度的差异有统计学意义,这提示着低浓度阿托品对屈光度的增加有一定的控制作用,这与Jin等^[26]研究一致,该研究认为目前阿托品可以通过非调节途径来控制近视。

综上所述,三种常用的控制近视方式对近视儿童调节参数的影响如下:角膜塑形镜可以通过降低调节滞后量,解决远视离焦的问题,同时还可以提高正相对调节,但需要长期坚持配戴。低浓度阿托品可以提高负相对调节,但可能还有其他途径来控制近视的发展。相较其它组而言,框架眼镜对于各调节指标影响较小,对近视控制效果并不显著。

参考文献

- 1 Wong YL, Saw SM. Epidemiology of pathologic myopia in Asia and worldwide. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2016;5(6):394-402
- 2 Saw SM, Hong CY, Chia KS, et al. Nearwork and myopia in young children. *Lancet* 2001;357(9253):390
- 3 Saxena R, Vashist P, Tandon R, et al. Incidence and progression of myopia and associated factors in urban school children in Delhi: The North India Myopia Study (NIM Study). *PLoS One* 2017; 12(12):e0189774
- 4 Ostrin LA, Glasser A. Accommodation measurements in a presbyopic and presbyopic population. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30(7):1435-1444
- 5 石海军,胡安丽,竺泓. 儿童屈光不正与各屈光参数关系. *国际眼科杂志* 2014;14(8):1473-1475
- 6 Guan M, Zhao W, Geng Y, et al. Changes in axial length after orthokeratology lens treatment for myopia: a meta-analysis. *Int Ophthalmol* 2020;40(1):255-265
- 7 Larkin GL, Tahir A, Epley KD, et al. Atropine 0.01% eye drops for myopia control in American children: a multiethnic sample across three US sites. *Ophthalmol Ther* 2019;8(4):589-598
- 8 Huang J, Wen D, Wang Q, et al. Efficacy comparison of 16 interventions for myopia control in children: a network meta-analysis. *Ophthalmology* 2016;123(4):697-708

- 9 Queirós A, González-Méijome JM, Jorge J, et al. Peripheral refraction in myopic patients after orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2010;87(5):323-329
- 10 Sankaridurg P, Holden B, Smith E, et al. Decrease in rate of myopia progression with a contact lens designed to reduce relative peripheral hyperopia: one-year results. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(13):9362-9367
- 11 吕岚,邹留河,王荣光,等. 角膜塑形术致感染性角膜溃疡的临床分析. *中华眼科杂志* 2001;6:443-446
- 12 Walline JJ, Lindsley KB, Vedula SS, et al. Interventions to slow progression of myopia in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2020; 1(1):CD004916
- 13 Yeo AC, Atchison DA, Schmid KL. Effect of text type on near work-induced contrast adaptation in myopic and emmetropic young adults. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(2):1478-1483
- 14 Batres L, Peruzzo S, Serramito M, et al. Accommodation response and spherical aberration during orthokeratology. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020;258(1):117-127
- 15 黄佳,瞿小妹,陈志,等. 青少年近视眼配戴RGPCl、Ortho-K及框架眼镜一年后调节滞后的差异. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2010;12(1):33-36
- 16 Han X, Xu D, Ge W, et al. A Comparison of the Effects of Orthokeratology Lens, Medcall Lens, and Ordinary Frame Glasses on the Accommodative Response in Myopic Children. *Eye Contact Lens* 2018; 44(4):268-271
- 17 Collewijn H, Kowler E. The significance of microsaccades for vision and oculomotor control. *J Vis* 2008;8(14):20
- 18 褚仁远,瞿小妹. 儿童近视眼防控中的光学离焦问题. *中华眼科杂志* 2014;50(1):73-76
- 19 李鑫,马丽娜. 角膜塑形镜对青少年近视患儿正相对调节力的影响. *国际眼科杂志* 2019;19(9):1623-1625
- 20 谷峰,徐艳春,张福生,等. 近视青少年配戴角膜塑形镜前后调节参数变化. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2021;23(3):199-204
- 21 Felipe - Marquez G, Nombela - Palomo M, Cacho I, et al. Accommodative changes produced in response to overnight orthokeratology. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2015; 253(4):619-626
- 22 张慧芝,陈梅. 长期应用阿托品治疗青少年近视疗效及机理. *眼科新进展* 2009;29(11):851-854
- 23 Arumugam B, McBrien NA. Muscarinic antagonist control of myopia: evidence for M4 and M1 Receptor-based pathways in the inhibition of experimentally-induced axial myopia in the tree shrew. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53(9):5827
- 24 Loughman J, Flitcroft DI. The acceptability and visual impact of 0.01% atropine in a Caucasian population. *Br J Ophthalmol* 2016; 100(11):1525-1529
- 25 宫博腾. 阿托品控制近视相关机制研究进展. *中华实验眼科杂志* 2018;36(12):951-955
- 26 Jin WQ, Huang SH, Jiang J, et al. Short term effect of choroid thickness in the horizontal meridian detected by spectral domain optical coherence tomography in myopic children after orthokeratology. *Int J Ophthalmol* 2018;11(6):991-996