

# 不同睫状肌功能状态下近视儿童青少年主观验光与电脑验光结果差异分析

黄馨慧 吴昊天 张波 艾志建 陈军 何鲜桂

上海市眼病防治中心 同济大学附属眼科医院, 上海 200040

通信作者: 何鲜桂, Email: xianhezi@163.com

**【摘要】** **目的** 分析不同睫状肌功能状态下近视儿童青少年主观验光与电脑验光结果的差异。 **方法** 采用队列研究方法, 纳入 2023 年 11 月至 2024 年 2 月于上海市眼病防治中心就诊的 7~15 岁近视儿童青少年 98 例 196 眼的验光数据资料。使用 1.0% 环喷托酯滴眼液进行睫状肌麻痹, 所有受试者均分别在睫状肌麻痹前、麻痹后和麻痹恢复后进行电脑验光和主观验光, 比较不同睫状肌功能状态下等效球镜度 (SE) 和 SE 差值 ( $\Delta$ SE)。计算并比较不同睫状肌功能状态之间电脑验光与主观验光得到的  $\Delta$ SE 及球镜差值 ( $\Delta$ S)、柱镜差值 ( $\Delta$ C) 处于可接受误差范围 ( $-0.25 \sim 0.25$  D) 的比例。 **结果** 睫状肌麻痹前、麻痹后和麻痹恢复后电脑验光得到的 SE 分别为  $-2.44$  ( $-3.47, -1.63$ )、 $-2.13$  ( $-3.25, -1.50$ ) 和  $-2.38$  ( $-3.50, -1.66$ ) D, 总体比较差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 148.36, P < 0.001$ ), 不同时间点两两比较差异均有统计学意义 (均  $P < 0.001$ )。睫状肌麻痹前、麻痹后和麻痹恢复后主观验光得到的 SE 分别为  $-2.25$  ( $-3.50, -1.50$ )、 $-2.19$  ( $-3.47, -1.45$ ) 和  $-2.28$  ( $-3.50, -1.50$ ) D, 总体比较差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 43.48, P < 0.001$ ), 不同时间点两两比较差异均有统计学意义 (均  $P < 0.001$ )。睫状肌麻痹前后、睫状肌麻痹后与麻痹恢复后主观验光  $\Delta$ SE 均明显小于电脑验光结果, 差异均有统计学意义 ( $t = 2.84, 1.82$ , 均  $P < 0.001$ )。睫状肌麻痹前与麻痹恢复后主观验光与电脑验光  $\Delta$ SE 比较, 差异无统计学意义 ( $t = -0.43, P = 0.070$ )。睫状肌麻痹前后、睫状肌麻痹前与麻痹恢复后、睫状肌麻痹后与麻痹恢复后主观验光  $\Delta$ SE 处于可接受误差范围的比例均明显高于电脑验光, 差异均有统计学意义 ( $\chi^2 = 28.32, 11.82, 25.55$ , 均  $P < 0.001$ )。睫状肌麻痹前与麻痹恢复后、睫状肌麻痹后与麻痹恢复后主观验光  $\Delta$ S 和  $\Delta$ C 均处于可接受误差范围的比例分别为 81.63% (160/196) 和 79.59% (156/196)。 **结论** 主观验光受不同睫状肌功能状态影响的程度较小。不同睫状肌功能状态下的主观验光结果差异大部分位于可接受误差范围内, 可以使用睫状肌麻痹前或睫状肌麻痹后的主观验光结果较为准确地推测睫状肌麻痹恢复后的主观验光结果。

**【关键词】** 近视; 儿童; 青少年; 验光; 睫状肌麻痹

**基金项目:** 上海申康医院发展中心三年行动计划研究型医师项目 (SHDC2022CRD015); 上海市卫生健康委员会科研项目 (20214Y0427); 上海市眼病防治中心院级课题 (21LC01004)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20240720-00202

## Analysis of differences between subjective and objective refraction results in myopic children and adolescents under different ciliary muscle functional states

Huang Xinhui, Wu Haotian, Zhang Bo, Ai Zhijian, Chen Jun, He Xiangui

Shanghai Eye Disease Prevention & Treatment Center, Shanghai Eye Hospital, School of Medicine, Tongji University, Shanghai 200040, China

Corresponding author: He Xiangui, Email: xianhezi@163.com

**【Abstract】** **Objective** To analyze the differences between subjective refraction and autorefraction in myopic children and adolescents under different ciliary muscle functional states. **Methods** A cohort study was conducted. A total of 98 myopic children and adolescents (196 eyes) aged 7–15 years who visited the Shanghai Eye Disease Prevention and Treatment Center from November 2023 to February 2024 were included by random sampling. All participants underwent cycloplegia with 1.0% cyclopentolate and completed both subjective refraction and autorefraction before cycloplegia, after cycloplegia and after recovery from cycloplegia. The spherical equivalent (SE) differences and differences in SE ( $\Delta$ SE) between different conditions were compared. Proportion of  $\Delta$ SE, differences in spherical power ( $\Delta$ S), and differences in cylindrical power ( $\Delta$ C) of objective and subjective refraction between different conditions within the clinically acceptable error range ( $-0.25$  to  $0.25$  D) was calculated and compared. This study adhered to the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the Ethics Committee of Shanghai Eye Diseases Prevention & Treatment Center (No. 2021SQ021). Written informed consent was obtained from guardian of each subject before any medical examination. **Results** The SE values obtained from autorefraction before

cycloplegia, after cycloplegia, and after recovery from cycloplegia were  $-2.44 (-3.47, -1.63)$ ,  $-2.13 (-3.25, -1.50)$ , and  $-2.38 (-3.50, -1.66)$  D, respectively, with a statistically significant overall difference ( $\chi^2 = 148.36$ ,  $P < 0.001$ ) and statistically significant differences in pairwise comparisons at different time points (all  $P < 0.001$ ); for subjective refraction, the SE values were  $-2.25 (-3.50, -1.50)$ ,  $-2.19 (-3.47, -1.45)$ , and  $-2.28 (-3.50, -1.50)$  D, respectively, with a statistically significant overall difference ( $\chi^2 = 43.48$ ,  $P < 0.001$ ) and statistically significant differences in pairwise comparisons at different time points (all  $P < 0.001$ ). Subjective refraction  $\Delta$ SE between before and after cycloplegia, after cycloplegia and after recovery from cycloplegia were significantly smaller than those of autorefraction ( $t = 2.84, 1.82$ ; both  $P < 0.001$ ). There was no significant difference in  $\Delta$ SE between subjective refraction and autorefraction between before cycloplegia and after recovery from cycloplegia ( $t = -0.43$ ,  $P = 0.070$ ). The proportions of subjective refraction  $\Delta$ SE within the acceptable error range between before and after cycloplegia, before cycloplegia and after recovery from cycloplegia, and after cycloplegia and after recovery from cycloplegia were significantly higher than those of autorefraction ( $\chi^2 = 28.32, 11.82, 25.55$ ; all  $P < 0.001$ ). The proportion of subjective refraction  $\Delta$ S and  $\Delta$ C both within the acceptable error range between before cycloplegia and after recovery from cycloplegia was 81.63% (160/196) and 79.59% (156/196) between after cycloplegia and after recovery from cycloplegia. **Conclusions** Subjective refraction is less affected by different ciliary muscle functional states. The differences in subjective refraction results under different ciliary muscle functional states are mostly within the acceptable error range. The subjective refraction results before or after cycloplegia can be used to better predict the subjective refraction results after recovery from cycloplegia.

[Key words] Myopia; Child; Adolescent; Refraction; Cycloplegia

**Fund program:** Shanghai Hospital Development Center's Three-year Action Plan for Research-oriented Physician Project (SHDC2022CRD015); Shanghai Health Commission Research Project (20214Y0427); Research Project of Shanghai Eye Disease Prevention and Treatment Center (21LC01004)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20240720-00202

近年来,近视患病率不断上升,已成为全球关注的重要公共卫生挑战<sup>[1-2]</sup>。国家疾病预防控制局监测数据显示,2022 年我国儿童青少年总体近视率为 51.9%,高中生的近视率高达 81.2%。儿童青少年近视的患病趋势呈现低龄化和高度化发展,防控形势日趋严峻<sup>[3-4]</sup>。近视不仅影响患者的学习和生活,高度近视及其并发症还可能导致永久性视力损伤,甚至致盲,给个人和社会带来沉重的负担<sup>[5-6]</sup>。验光配镜是重要的近视防控手段,也是控制近视进展的基础环节之一。保证清晰视力和持久、舒适的阅读状态是临床屈光矫正工作中的重点<sup>[7]</sup>。因此,准确掌握儿童青少年的屈光度数,并为其配备适合的矫正眼镜,是近视防控工作的基础。

目前,主观验光和电脑验光是临床上主要的 2 种验光方式。通常认为,睫状肌麻痹状态下的电脑验光结果可更准确地反映受试者的真实屈光度数,而主观验光则更能反映受试者在日常情况下的屈光状态。然而,2 种验光方法的结果常存在差异,临床实践中对这种差异的认识尚不充分<sup>[8]</sup>。目前仍缺少不同睫状肌功能状态之间验光结果差异的相关证据。临床上,部分患者无法在同一天内完成验光配镜流程,造成明显不便,存在优化空间。本研究使用电脑验光及主观验光 2 种方法,在睫状肌麻痹前、麻痹后及麻痹恢复后 3 种睫状肌功能状态下对近视儿童青少年进行验光,旨

在比较不同睫状肌功能状态下验光结果之间的差异,为深入理解验光原理,优化临床验配流程提供参考文献依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用队列研究方法,纳入 2023 年 11 月至 2024 年 2 月于上海市眼病防治中心就诊的 7~15 岁近视儿童青少年 98 例 196 眼的验光数据资料,其中男 47 例 94 眼,女 51 例 102 眼;平均年龄为  $(10.1 \pm 2.0)$  岁;平均角膜曲率半径为  $(7.8 \pm 0.3)$  mm;眼轴长度(axial length, AL)为 23.1~27.1 mm,中位数为 24.4 (24.0, 24.9) mm;非接触眼压为  $(14.8 \pm 2.3)$  mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)。睫状肌麻痹后电脑验光球镜度数为  $-7.50 \sim -0.50$  D,中位数为  $-1.75 (-2.75, -1.25)$  D;柱镜度数为  $-2.75 \sim 0.00$  D,中位数为  $-0.75 (-1.00, -0.25)$  D;等效球镜度数(spherical equivalent, SE)为  $-8.50 \sim -0.50$  D,中位数为  $-2.13 (-3.25, -1.50)$  D。纳入标准:年龄 7~15 岁;睫状肌麻痹后球镜度数  $\leq -0.50$  D,柱镜度数  $\geq -3.00$  D, SE 为  $-8.50 \sim -0.50$  D。排除标准:具有睫状肌麻痹禁忌证;有低浓度或高浓度阿托品滴眼液用药史者;有明显斜视或弱视(隐斜不作为排除标准)者;有青光眼、眼底疾病等眼部器质性病变者。左、右眼 AL 分别为

24.4(24.0, 24.9)、24.3(24.0, 25.0) mm, 睫状肌麻痹后 SE 分别为 -2.00(-3.25, -1.50)、-2.13(-3.25, -1.50) D, 差异均无统计学意义 ( $Z=0.11, P=0.912$ ;  $Z=-0.48, P=0.627$ )。无论使用电脑验光还是主观验光, 广义估计方程模型(交换相关结构)均未发现不同睫状肌功能状态之间的验光结果差异与眼别存在显著相关性, 可以认为左右眼的测量相对独立(工作相关系数均  $<0.001$ )。本研究遵循《赫尔辛基宣言》, 研究方案经上海市眼病防治中心伦理委员会审核批准(批文号: 2021SQ021)。受试者及其监护人对本研究知情同意, 并由监护人签署知情同意书。

## 1.2 方法

### 1.2.1 眼科检查及睫状肌麻痹

所有受试者均接受视力、AL 测量和裂隙灯显微镜等眼科常规检查。睫状肌麻痹前, 采用 NT-4000 非接触眼压计(美国 Nidek 公司)测量眼压, 眼压升高者不予麻痹睫状肌。睫状肌麻痹流程包括双眼先各点 1 滴 0.5% 盐酸丙美卡因滴眼液(美国 Alcon 公司)进行充分表面麻醉, 随后各点 2 滴 1.0% 环喷托酯滴眼液(美国 Alcon 公司)以诱导睫状肌麻痹, 2 次给药间隔 5 min。约 40 min 后, 由眼科医师检查瞳孔大小及对光反射。笔灯照射下无明显光反射, 且瞳孔直径大于 6 mm 被认为已完成睫状肌麻痹。对未达到睫状肌麻痹要求的受试者, 再次给予 1 滴环喷托酯滴眼液, 20 min 后再次评估。

### 1.2.2 主、客观验光

采用自动验光仪 KR-8900(日本 Topcon 公司)进行电脑验光。参考电脑验光结果, 采用综合验光仪 DK3100(日本 Topcon 公司)进行主观验光。完整的主观验光步骤包括: (1) 初次单眼最大正球镜的最佳视力; (2) 初次单眼红绿平衡; (3) 交叉圆柱镜确定柱镜的轴向与度数; (4) 再次最大正球镜的最佳视力; (5) 再次单眼红绿平衡; (6) 双眼平衡进行调整。睫状肌麻痹后 1 周, 进行睫状肌麻痹恢复后的小瞳孔电脑验光及主观验光。为确保验光数据的完整性、有效性和一致性, 所有主观验光均由同一位经验丰富的验光师完成。SE = 球镜度数 + 1/2 柱镜度数。2 次测量 SE、球镜和柱镜结果差值分别用  $\Delta$ SE、 $\Delta$ S 和  $\Delta$ C 表示。在分析 SE 及球镜、柱镜度数差异时, 可接受误差范围被定义为  $-0.25 \sim 0.25$  D<sup>[9]</sup>。

## 1.3 统计学方法

采用 R 4.4.1 软件进行统计分析。计量资料数据采用 QQ 图及 Shapiro-Wilk 检验进行正态性检验, 符合正态分布者以  $\bar{x} \pm s$  表示, 不同睫状肌麻痹状态下各指标比较采用配对  $t$  检验; 不符合正态分布者以  $M(Q_1, Q_3)$  表示, 不同睫状肌麻痹状态下双眼各指标比较采用

Wilcoxon 符号秩检验, 不同睫状肌麻痹状态下 SE 比较采用 Friedman 检验。计数资料数据以频数和百分数表示, 不同睫状肌麻痹状态下各指标比较采用  $\chi^2$  检验。采用 Bland-Altman 检验分析不同睫状肌功能状态之间验光结果的一致性。不同睫状肌功能状态之间验光结果差异与年龄的相关性分析采用 Pearson 相关分析。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 不同睫状肌麻痹状态下电脑验光及主观验光 SE 比较

睫状肌麻痹前、麻痹后和麻痹恢复后电脑验光得到的 SE 分别为 -2.44(-3.47, -1.63)、-2.13(-3.25, -1.50) 和 -2.38(-3.50, -1.66) D, 总体比较差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 148.36, P < 0.001$ ), 麻痹前电脑验光 SE 低于麻痹后和麻痹恢复后, 麻痹后 SE 高于麻痹恢复后, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.001$ )。睫状肌麻痹前、麻痹后和麻痹恢复后主观验光得到的 SE 分别为 -2.25(-3.50, -1.50)、-2.19(-3.47, -1.45) 和 -2.28(-3.50, -1.50) D, 总体比较差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 43.48, P < 0.001$ ), 麻痹前主观验光 SE 低于麻痹后, 高于麻痹恢复后, 麻痹后 SE 高于麻痹恢复后, 差异均有统计学意义(均  $P < 0.001$ )。

### 2.2 不同睫状肌麻痹状态下电脑验光与主观验光 $\Delta$ SE 比较

主观验光睫状肌麻痹前后  $\Delta$ SE 明显小于电脑验光结果, 差异有统计学意义 ( $t = 2.84, P = 0.005$ )。主观验光  $\Delta$ SE 处于可接受误差范围的比例显著高于电脑验光, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 28.32, P < 0.001$ )。主观验光与电脑验光睫状肌麻痹前与麻痹恢复后  $\Delta$ SE 比较, 差异无统计学意义 ( $t = -0.43, P = 0.070$ ), 主观验光  $\Delta$ SE 处于可接受误差范围的比例显著高于电脑验光, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 11.82, P < 0.001$ )。主观验光睫状肌麻痹后与麻痹恢复后  $\Delta$ SE 明显小于电脑验光结果, 差异有统计学意义 ( $t = 1.82, P < 0.001$ ), 主观验光  $\Delta$ SE 处于可接受误差范围的比例显著高于电脑验光, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 25.55, P < 0.001$ ) (表 1)。

Bland-Altman 检验结果显示, 相较于电脑验光, 不同睫状肌功能状态下主观验光  $\Delta$ SE 绝对值更小, 数据点更集中于 X 轴上下, 上下 95% 一致性区间更窄, 更多的数据点落于可接受误差范围内(图 1)。箱型图分析结果显示, 不同睫状肌功能状态下主观验光  $\Delta$ SE 的中位数更接近于 0, 且四分位间距更窄(图 2)。

表 1 不同睫状肌麻痹状态下  $\Delta$ SE 和位于可接受误差范围比例 ( $n=196$ )

Table 1  $\Delta$ SE and the proportion of acceptable error range between different ciliary muscle functional states ( $n=196$ )

睫状肌功能状态	$\Delta$ SE(D)	位于可接受误差范围比例(%)
电脑验光		
麻痹前-麻痹后	-0.24±0.42	71.43
麻痹前-麻痹恢复后	-0.01±0.59	77.55
麻痹后-麻痹恢复后	0.23±0.68	66.84
主观验光		
麻痹前-麻痹后	-0.08±0.19	91.84
麻痹前-麻痹恢复后	0.03±0.20	89.29
麻痹后-麻痹恢复后	0.11±0.19	86.73

注:可接受误差范围被定义为-0.25~0.25 D  $\Delta$ SE:等效球镜度差值  
 Note:The acceptable error range was defined as -0.25 to 0.25 D  $\Delta$ SE: differences in spherical equivalent

Pearson 相关分析结果显示,无论是电脑验光还是主观验光,均未发现不同睫状肌功能状态之间的结果差异与年龄存在明显相关性(均  $P>0.10$ )。

### 2.3 不同睫状肌麻痹状态下主观验光 $\Delta$ S 和 $\Delta$ C 比较

在睫状肌麻痹前和麻痹恢复后主观验光结果的比较中,160 眼(占 81.63%) $\Delta$ S 和  $\Delta$ C 均在误差范围内,26 眼(占 13.27%) $\Delta$ S 在误差范围内但  $\Delta$ C 不在误差范围内,8 眼(占 4.08%) $\Delta$ C 在误差范围内但  $\Delta$ S 不在误差范围内,2 眼(占 1.02%) $\Delta$ S 和  $\Delta$ C 均不在误差范围内(图 3)。

在睫状肌麻痹后和睫状肌麻痹恢复后主观验光结果的比较中,156 眼(占 79.59%) $\Delta$ S 和  $\Delta$ C 均在误差范围内,20 眼(占 10.20%) $\Delta$ S 在误差范围内但  $\Delta$ C 不在误差范围内,16 眼(占 8.16%) $\Delta$ C 在误差范围内但  $\Delta$ S 不在误差范围内,4 眼(占 2.04%) $\Delta$ S 和  $\Delta$ C 均不在误差范围内(图 3)。

### 3 讨论

电脑验光和主观验光是临床上常用的 2 种验光方式。电脑

验光由于其操作方便、快捷,睫状肌麻痹后具有很好的 consistency,受操作者影响较小且无需受试者较多的配合,被广泛应用于各类近视筛查及临床研究<sup>[10]</sup>。主观验光则能更好地反映受试者的整体视觉功能,其验光结果更适合受试眼的日常状态,因此更多被用于眼镜的验配以及复杂屈光不正的诊治。但目前对于 2 种验光方法的特征和差异认识尚不足,临床研究和验配流程存在进一步优化的空间。

本研究中分析了 3 种不同睫状肌功能状态对于电脑验光、主观验光 2 种验光方式得到验光结果的影响。既往研究表明,睫状肌麻痹前后电脑验光结果存在显著差异<sup>[11-13]</sup>。本研究中,近视儿童青少年睫状肌麻痹前电脑验光结果与睫状肌麻痹后电脑验光结果的平均

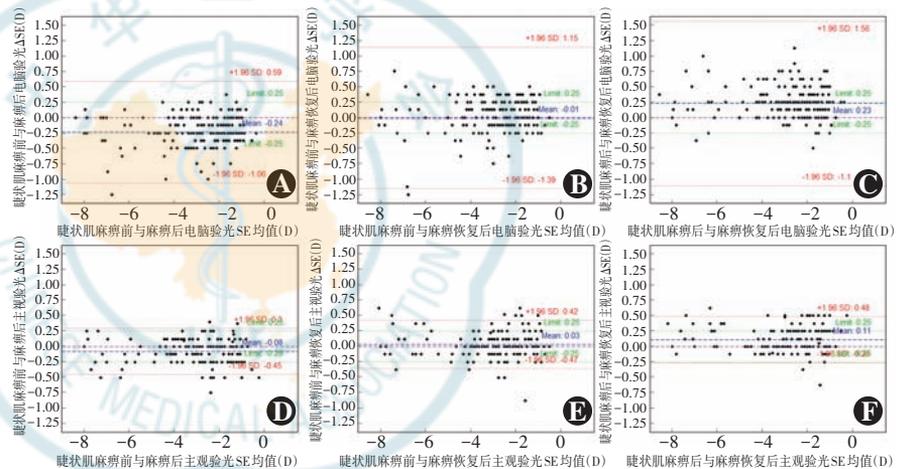


图 1 不同睫状肌麻痹状态下电脑验光与主观验光 SE 的 Bland-Altman 图 A~F:位于可接受误差范围内的比例分别为 71.43%、77.55%、66.84%、91.84%、89.29% 和 86.73%  $\Delta$ SE:等效球镜度差值;SE:等效球镜度

Figure 1 Bland-Altman plots of SE obtained by autorefractometry and subjective refraction under different ciliary muscle functional states A~F: The proportions of  $\Delta$ SE within the acceptable error range were 71.43%, 77.55%, 66.84%, 91.84%, 89.29%, and 86.73%, respectively  $\Delta$ SE: differences in spherical equivalent; SE: spherical equivalent

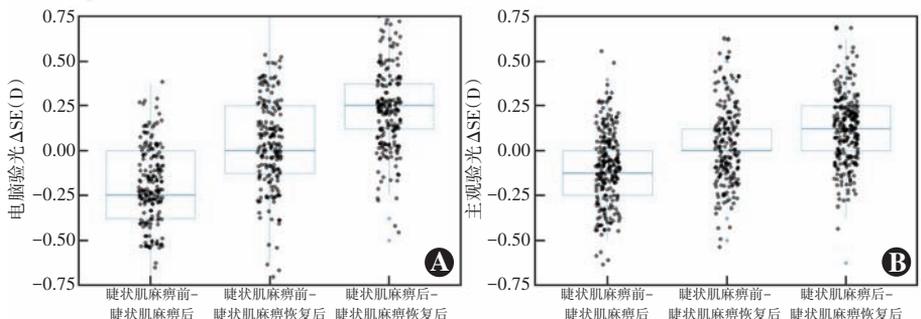


图 2 不同睫状肌麻痹状态下电脑验光与主观验光  $\Delta$ SE 均值箱型图 每个圆点代表 1 个个体数据,使用横、纵轴上的不规则抖动以更好地展示重叠数据 A:电脑验光 B:主观验光  $\Delta$ SE:等效球镜度差值

Figure 2 Box plots of  $\Delta$ SE obtained by autorefractometry and subjective refraction under different ciliary muscle functional states Each dot represented an individual data, displayed with horizontal and vertical jitter to better visualize overlapping data A: Autorefractometry B: Subjective refraction  $\Delta$ SE: differences in spherical equivalent

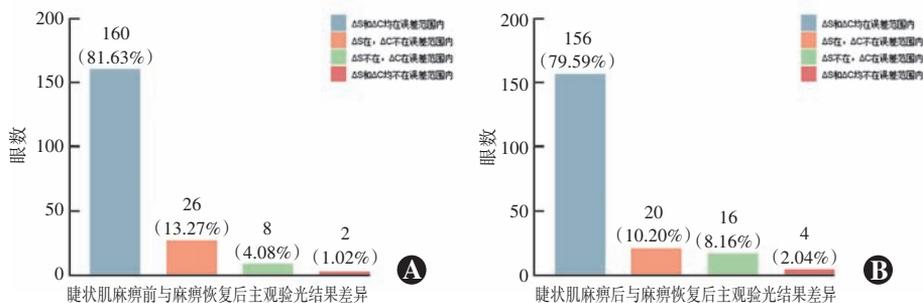


图3 不同睫状肌麻痹状态下主观验光  $\Delta S$  和  $\Delta C$  分别在误差范围内的比例 A:睫状肌麻痹前和睫状肌麻痹恢复后 B:睫状肌麻痹后和睫状肌麻痹恢复后 可接受误差范围被定义为  $-0.25 \sim 0.25$  D  $\Delta S$ :球镜差值; $\Delta C$ :柱镜差值

Figure 3 Proportion of subjective refraction  $\Delta S$  and  $\Delta C$  within the margin of error under different ciliary muscle function states A: Pre-cycloplegia and recovery from cycloplegia B: Post-cycloplegia and recovery from cycloplegia The acceptable error range was defined as  $-0.25$  to  $0.25$  D  $\Delta S$ : differences in spherical power;  $\Delta C$ : differences in cylindrical power

$\Delta SE$  为  $(-0.24 \pm 0.42)$  D, 睫状肌麻痹产生的屈光度数降低效应在 1 周后复测时消失。

相比电脑验光,不同睫状肌功能状态下的主观验光结果波动较小。睫状肌麻痹前后仅产生了  $(-0.08 \pm 0.19)$  D 的 SE 差异,这一量级的度数差异通常难以在临床实践中被察觉。Bland-Altman 分析结果亦表明,不同睫状肌功能状态下主观验光结果较电脑验光结果更为稳健,表现为差值绝对值更小,95%一致性界限更窄,且更多的受试者差值处于临床可接受误差范围内。

睫状肌麻痹对于主观验光和电脑验光结果影响弱弱的差别可能是由于电脑验光的雾视不够充分。雾视技术是通过在被检眼前人为加一定度数的相对正镜片,使平行光线射入被检眼后,焦点或焦线聚集于视网膜前方,形成近视离焦状态,从而诱发晶状体最大调节放松的方法。传统电脑验光仪虽然可以通过光学系统将视标成像在远处,但由于被检者心理感知注视视标在近处,因此在测量时仍会诱发被检者的近感知性调节,导致测量结果偏近视化<sup>[10]</sup>。主观验光的雾视流程由检查者使用正屈光镜片来实现,且能得到被检者的及时反馈,雾视效果可能优于电脑验光,验光结果也更贴近于睫状肌麻痹下的准确度数<sup>[14]</sup>。

目前,在不同睫状肌功能状态下的电脑验光和主观验光在临床工作和科学研究中均有广泛应用。通过获取更多关于不同睫状肌功能状态及验光方法间结果差异的相关证据,有助于临床及科研工作者更全面地理解验光结果,促进不同结果之间的相互推测与比较,提升结果之间的可比性。在国内临床实践中,根据患者的屈光状态及其对眼镜的适应情况,部分患者可能需要在睫状肌功能恢复后再次进行主观验光,以获得更为合适的配镜处方。然而,无法当天完成验光及配

镜可能会降低患者的依从性,许多患者因不愿再次就诊,可能会延迟,甚至放弃配镜,引发视疲劳或近视加重<sup>[15]</sup>。本研究中不同睫状肌功能状态之间主观验光的  $\Delta SE$  平均差异仅约为 0.10 D。设置精度为 0.25 D,约 80% 的近视儿童在睫状肌麻痹前、睫状肌麻痹后进行主观验光,能获得与睫状肌麻痹恢复后主观验光一致的验光结果。研究表明,睫状肌功能状态对主观验光结果的影响较小,因此可通过睫状肌麻痹前或麻痹后的主观验光结果,较

为准确地推测麻痹恢复后的主观验光结果。

有研究者认为,在睫状肌麻痹恢复状态下,受试者的睫状肌生理性张力已完全恢复,调节功能也得到恢复,但不会处于麻痹前过度紧张的状态<sup>[16]</sup>。因此,依据此时的验光结果进行配镜,可能对部分患者产生更好的治疗效果。在本研究中,无论是电脑验光还是主观验光,睫状肌麻痹前与麻痹恢复后的验光结果差异均小于 0.05 D。这一结果可能与本研究复验的时间间隔较长、缺乏强有力的调节控制措施有关,或是因近视儿童的睫状肌调节能力较弱所致。

需要说明的是,本研究中同一个体在不同睫状肌功能状态下和使用不同验光方式得到的验光结果间均未发现显著的柱镜轴位差异,柱镜轴位差异大于  $15^\circ$  者仅有 3 例 4 眼,因此,柱镜轴位未纳入差异分析。通常情况下,年龄较小的儿童具有更强的调节功能。然而,本研究结果并未发现不同睫状肌功能状态之间的验光结果差异大小与受试者的年龄存在明显关联。这可能是由于本研究仅纳入了近视儿童,而近视人群睫状肌调节能力普遍较弱。

本研究仍存在一定局限性。本研究纳入样本量小,可能放大随机效应带来的偏倚,进而影响研究结果的可靠性。此外,本研究未纳入检影验光方法,仅对比了主观综合验光和电脑验光的结果差异。为了确保主观验光结果的一致性和可比性,本研究所有受试者的主观验光均由同一位验光师进行。尽管在重复主观验光时已采取屏蔽措施,使验光师无法直接得知先前的验光结果,但验光师可能保留有对该受试者的主观印象,进而导致后续验光结果受到首次验光(睫状肌麻痹前)的影响。主观验光具有较强的操作者依赖性,结果在很大程度上取决于验光师的熟练程度和个人经

验,这限制了本研究结论的广泛推广性。

综上,本研究结果表明电脑验光和主观验光均受到睫状肌功能状态的影响,但主观验光受影响的程度较电脑验光小。使用睫状肌麻痹前或睫状肌麻痹后的主观验光结果可以较为准确地推测睫状肌麻痹恢复后的主观验光结果。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在任何利益冲突

**作者贡献声明** 黄馨慧:参与选题、研究设计、收集主要研究数据、文章撰写;吴昊天:参与研究设计、数据和资料分析、论文撰写及修改;张波、艾志建:研究实施、数据收集和整理;陈军:数据收集、统计分析;何鲜桂:参与选题、研究设计、研究过程指导、文章主要内容修改和定稿

## 参考文献

- [1] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(5): 1036-1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
- [2] Resnikoff S, Jonas JB, Friedman D, et al. Myopia - a 21st century public health issue [J/OL]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2019, 60(3): Mi-Mii [2024-07-10]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6396683/>. DOI: 10.1167/iov.18-25983.
- [3] Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia [J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2012, 32(1): 3-16. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2011.00884.x.
- [4] 陈军,何鲜桂,王菁菁,等. 2021 至 2030 年我国 6~18 岁学生近视眼患病率预测分析 [J]. *中华眼科杂志*, 2021, 57(4): 261-267. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20201228-000851. Chen J, He XG, Wang JJ, et al. Forecasting the prevalence of myopia among students aged 6-18 years in China from 2021 to 2030 [J]. *Chin J Ophthalmol*, 2021, 57(4): 261-267. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20201228-000851.
- [5] Ohno-Matsui K, Wu PC, Yamashiro K, et al. IMI pathologic myopia [J/OL]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021, 62(5): 5 [2024-07-10]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33909033/>. DOI: 10.1167/iov.62.5.5.
- [6] Cao H, Cao X, Cao Z, et al. The prevalence and causes of pediatric uncorrected refractive error: pooled data from population studies for Global Burden of Disease (GBD) sub-regions [J/OL]. *PLoS One*, 2022, 17(7): e0268800 [2024-07-10]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9249246/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0268800.
- [7] 中华医学会眼科学分会眼视光学组. 儿童屈光矫正专家共识 (2017) [J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2017, 19(12): 705-710. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2017.12.001. Chinese Optometric Association, Chinese Ophthalmological Society. Consensus guidelines of refractive correction for children [J]. *Chin J Optom Ophthalmol Vis Sci*, 2017, 19(12): 705-710. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2017.12.001.
- [8] Mutti DO, Zadnik K, Egashira S, et al. The effect of cycloplegia on measurement of the ocular components [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1994, 35(2): 515-527.
- [9] Rosenfield M, Chiu NN. Repeatability of subjective and objective refraction [J]. *Optom Vis Sci*, 1995, 72(8): 577-579.
- [10] 郭锐,洪德健. 睫状肌麻痹前后开放式验光仪与主观验光测量结果的比较 [J]. *临床眼科杂志*, 2022, 30(6): 521-525. DOI: 10.3969/j.issn.1006-8422.2022.06.009. Guo R, Hong DJ. Comparison of open-field autorefractometry and subjective refraction with and without cycloplegia [J]. *J Clin Ophthalmol*, 2022, 30(6): 521-525. DOI: 10.3969/j.issn.1006-8422.2022.06.009.
- [11] 王利华. 解读《中国儿童睫状肌麻痹验光及安全用药专家共识 (2019 年)》 [J]. *中华眼科杂志*, 2019, 55(1): 74-76. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.01.019.
- [12] 中华医学会眼科学分会斜视与小儿眼科学组. 中国儿童睫状肌麻痹验光及安全用药专家共识 (2019 年) [J]. *中华眼科杂志*, 2019, 55(1): 7-12. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.01.003.
- [13] Hu YY, Wu JF, Lu TL, et al. Effect of cycloplegia on the refractive status of children: the Shandong children eye study [J/OL]. *PLoS One*, 2015, 10(2): e0117482 [2024-07-03]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4319948/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0117482.
- [14] 唐秀侠,刘苏冰,买志彬,等. 睫状肌麻痹前后综合验光仪与常规验光比较分析 [J]. *中国实用眼科杂志*, 2010, 28(12): 1316-1317. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2010.012.011. Tang XX, Liu SB, Mai ZB, et al. Comparison between composite optometry and common optometry before and after cycloplegia [J]. *Chin J Pract Ophthalmol*, 2010, 28(12): 1316-1317. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2010.012.011.
- [15] 胡平会,郭晓枚. 不同程度的屈光矫正对青少年儿童近视进展的影响 [J]. *国际眼科杂志*, 2012, 12(11): 2233-2234. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5123.2012.11.65. Hu PH, Guo XM. Effects of different degree correction of refractive error in young myopia patients [J]. *Int Eye Sci*, 2012, 12(11): 2233-2234. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5123.2012.11.65.
- [16] 中华医学会眼科学分会斜视与小儿眼科学组. 中国儿童睫状肌麻痹验光及安全用药专家共识 (2019 年) [J]. *中华眼科杂志*, 2019, 55(1): 7-12. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.01.003.

(收稿日期:2024-10-21 修回日期:2024-12-06)

(本文编辑:刘艳 施晓萌)

读者·作者·编者

## 本刊对来稿中作者署名的著录要求

作者向本刊投稿时署名应符合以下条件:(1)参与课题的选题和实验设计,参与实验资料的收集、分析和论证。(2)参与论文的起草或能够对论文中的方法学或关键部分进行修改。(3)能对审稿专家和编辑提出的修改意见进行核修,能够答辩并承担责任。(4)对论文的诚信负责。仅参与筹得资金或收集资料者以及仅对科研小组进行一般管理者均不宜署名为作者。文中如有外籍作者,应附外籍作者亲笔签名的在本刊发表的同意函。集体署名的文章应于题名下列出署名单位,于文末列出论文整理者的姓名,并须明确该文的主要责任者。

作者署名的名次应按对论文贡献大小顺序排列于文题下方,每篇论文须列出通信作者 1 名。如无特殊约定,则视第一作者为通信作者。作者(包括通信作者)的署名及其排序应在投稿前由所有研究者共同讨论确定,在编排过程中不宜变更或增减,尤其是通信作者和前三名作者,若确需变动者须提供所有署名作者的签名同意函并出示单位证明。有英文文题的论著和综述应有全部作者姓名的汉语拼音,列于英文文题之下。

(本刊编辑部)