

# 眼调节对正视眼和不同类型近视眼眼压的影响

江文捷<sup>1,2</sup>, 曲超<sup>2,3</sup>

引用: 江文捷, 曲超. 眼调节对正视眼和不同类型近视眼眼压的影响. 国际眼科杂志 2020;20(12):2146-2150

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (No.81570848)

作者单位: <sup>1</sup>(610041) 中国四川省成都市, 三六三医院眼科; <sup>2</sup>(646100) 中国四川省泸州市, 西南医科大学临床医学院; <sup>3</sup>(610072) 中国四川省成都市, 四川省医学科学院·四川省人民医院眼科

作者简介: 江文捷, 女, 硕士, 初级医师, 研究方向: 眼视光。

通讯作者: 曲超, 女, 博士, 主任医师, 研究方向: 白内障、眼视光、青光眼. lucyjeffersonqu@hotmail.com

收稿日期: 2020-04-24 修回日期: 2020-11-10

## 摘要

**目的:** 探讨眼调节对正视眼和不同类型近视眼眼压的影响。

**方法:** 描述性研究。纳入 2018-01/04 志愿者共 88 人, 其中正视眼组 28 人 28 眼, 近视眼组 60 人 60 眼, 近视眼组根据屈光稳定情况分为稳定性近视组 (近 2a 每年近视进展  $\leq 0.5D$ ) 34 人 34 眼和进展性近视组 (近 2a 每年近视进展  $> 0.5D$ ) 26 人 26 眼, 根据近视程度分为低度近视组 ( $-0.5D \leq SE < -3D$ ) 17 人 17 眼、中度近视组 ( $-3D \leq SE < -6D$ ), 28 人 28 眼和高度近视组 ( $SE \geq -6D$ ) 15 人 15 眼, 采用回弹式眼压计对所有受试者分别在调节放松 (0D) 和诱导 3D 调节两种状态下进行眼压测量, 并对各组调节前后的眼压值进行统计分析。

**结果:** 非调节状态下, 正视组 ( $16.54 \pm 2.12\text{mmHg}$ )、稳定性近视组 ( $17.15 \pm 2.23\text{mmHg}$ )、进展性近视组 ( $16.88 \pm 2.37\text{mmHg}$ ) 间眼压无差异 ( $P > 0.05$ ); 正视组、低度近视组 ( $16.41 \pm 2.21\text{mmHg}$ )、中度近视组 ( $17.11 \pm 2.27\text{mmHg}$ )、高度近视组 ( $17.60 \pm 2.35\text{mmHg}$ ) 间眼压无差异 ( $P > 0.05$ ); 诱导 3D 调节后, 进展性近视组和高度近视组眼压变化量明显上升 ( $P < 0.05$ ), 正视组、稳定性近视组、低度近视组、中度近视组眼压变化量下降不明显 ( $P > 0.05$ )。

**结论:** 眼调节可引起进展性近视眼或高度近视眼患者眼压升高; 眼调节诱导的眼压升高可能和成年人近视持续性发展有关。

**关键词:** 眼调节; 眼压; 近视

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2020.12.26

## Effect on IOP of emmetropes and different types of myopia induced by accommodation

Wen-Jie Jiang<sup>1,2</sup>, Chao Qu<sup>2,3</sup>

**Foundation item:** National Natural Science Foundation of China (No.81570848)

<sup>1</sup>Department of Ophthalmology, AVIC 363 Hospital, Chengdu

610041, Sichuan Province, China; <sup>2</sup>Clinical Medical College of Southwest Medical University, Luzhou 646100, Sichuan Province, China; <sup>3</sup>Department of Ophthalmology, Sichuan Academy of Medical Sciences · Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, Sichuan Province, China

**Correspondence to:** Chao Qu. Clinical Medical College of Southwest Medical University, Luzhou 646100, Sichuan Province, China; Department of Ophthalmology, Sichuan Academy of Medical Sciences · Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, Sichuan Province, China. lucyjeffersonqu@hotmail.com

Received: 2020-04-24 Accepted: 2020-11-10

## Abstract

• **AIM:** To investigate the effect of IOP of emmetropes and different types of myopia induced by accommodation.

• **METHODS:** A descriptive study. A total of 88 volunteers were included from January to April 2018. Among them, 28 (28 eyes) were in the emmetropia group, 60 (60 eyes) were in the myopia group, and the myopia group was divided into stable myopia group (myopia progression is less than or equal to 0.50D per year in the past two years) and progressive myopia group (myopia progression is greater than 0.50D per year in the past two years) according to the refractive stability. Meanwhile, the myopia group was also divided into three groups according to the degree of myopia: low myopia group ( $-0.5D \leq SE < -3D$ ), moderate myopia group ( $-3D \leq SE < -6D$ ) and high myopia group ( $SE \geq -6D$ ). A rebound tonometer was used to measure the IOPs of all subjects while relaxed (0D) and accommodated (3D). Statistical analysis was performed on IOPs before and after accommodate.

• **RESULTS:** There was no significant difference in IOPs among emmetropia group ( $16.54 \pm 2.12\text{mmHg}$ ), stable myopia group ( $17.15 \pm 2.23\text{mmHg}$ ) and progressive myopia group ( $16.88 \pm 2.37\text{mmHg}$ ) when relaxed ( $P > 0.05$ ), so did the emmetropia group, low myopia group ( $16.41 \pm 2.21\text{mmHg}$ ), moderate myopia group ( $17.11 \pm 2.27\text{mmHg}$ ) and high myopia group ( $17.60 \pm 2.35\text{mmHg}$ ) ( $P > 0.05$ ). The IOPs of progressive myopia group and high myopia group were significantly increased with 3D accommodation ( $P < 0.05$ ). However, the IOPs did not drop significantly in stable myopia group, low myopia group and moderate myopia group ( $P > 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** Accommodation could increase the IOPs of progressing myopes and high myopes, and it suggested that the increase of IOP was related to the progression of adult myopia.

• KEYWORDS: accommodation; intraocular pressure; myopia

**Citation:** Jiang WJ, Qu C. Effect on IOP of emmetropes and different types of myopia induced by accommodation. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2020;20(12):2146-2150

## 0 引言

目前,近视在所有屈光不正中发病率居首位,生物力学一直被认为在近视的发病机制中发挥了重要作用<sup>[1-3]</sup>,眼压作为一种机械力也被证明是参与近视眼发生发展的因素之一<sup>[4-6]</sup>。有研究报道,近视眼的基线眼压明显高于正视眼,认为过高的基线眼压可能导致了近视眼眼轴的伸长并促进近视的发展<sup>[4]</sup>,但也有研究认为基线眼压在近视眼和正视眼之间没有差异<sup>[5-6]</sup>。由于缺乏纵向研究,目前基线眼压的水平对眼轴长度的影响还不十分明确,然而,近年来无论是动物实验还是人体试验均有研究报道<sup>[7-9]</sup>,在基线眼压基础上的眼压升高可引起眼轴伸长和巩膜伸展,从而改变屈光状态。

近距离工作已被证实是近视发生发展的重要危险因素。近年来有研究表明<sup>[10-12]</sup>,近距离工作可引起短暂性近视和眼轴增长,认为其机制是近距离工作诱发眼调节,睫状肌收缩将脉络膜向前向内牵拉,引起巩膜前后向的延伸及眼轴伸长。我们知道,眼调节作用还与房水排出的两条主要通路密切相关,那么除上述机制外,眼调节是否会引起眼压波动,进而引起眼轴的改变?本研究通过制作眼调节模型,观察不同类型近视患者试验前后的眼压变化情况,试图从眼球的生物力学角度初步探讨近视的发病机制。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 描述性研究。通过广告招募 2018-01/04 在校学生志愿者共 88 人,其中男 41 人,女 47 人,年龄 22~27 (平均 24.6±1.53) 岁。纳入标准:(1) 双眼最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA) 均 ≥ 1.0, 散光 < 1.0D; (2) 裂隙灯显微镜眼前节检查及直接检眼镜眼底检查无明显异常者。排除标准:(1) 眼部外伤、手术史及其他严重眼病史,可能出现眼部并发症的全身性疾病;(2) 近期 (1mo 内) 角膜接触镜配戴史;(3) 正在使用或近期使用过睫状体调节药物 (如毛果芸香碱、阿托品等);(4) 远视及屈光参差,调节幅度 < 6D。根据志愿者的等效球镜 (spherical equivalent, SE) 分组。其中正视眼组 28 人 (-0.5D < SE < +0.5D), 近视眼组根据屈光稳定情况分为稳定性近视组 (近 2a 每年近视进展 ≤ 0.5D) 和进展性近视组 (近 2a 每年近视进展 > 0.5D)。近视眼组又根据近视程度分为低度近视组 (-0.5D ≤ SE < -3D), 中度近视组 (-3D ≤ SE < -6D), 高度近视组 (SE ≥ -6D)。须让所有受试者了解研究流程和研究相关问题,并获得其知情同意后方可进行相关检查。本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则。

**1.2 方法** 检查流程:裂隙灯显微镜及直接检眼镜常规检查→屈光度的测定→调节幅度的测定→眼压测量。屈光度的测定:所有受试者均在自然瞳孔下在电脑验光的基础上,用综合验光仪进行规范主观验光。调节幅度的测定:

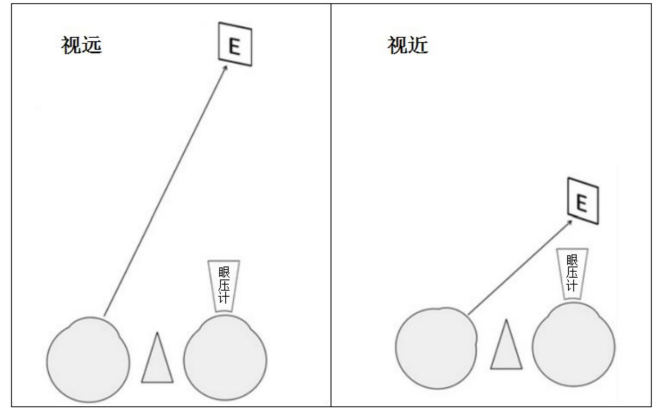


图 1 眼压测量。

采用推近法测量调节幅度,双眼分别测量,每眼重复测量 3 次,计算平均值获得测量结果。眼压测量的步骤:(1) 受试者取坐位,双眼配戴全矫眼镜,在此基础上附加 +3D 球镜 5min,确保双眼处于调节放松状态;(2) 受试者在双眼完全矫正屈光不正状态下,注视右眼正前方 5m 远处视力表上最佳视力上一行中的某一特定视标,测量右眼眼压 (非调节状态);(3) 受试者在双眼完全矫正屈光不正状态下,注视右眼正前方 33cm 处标准近视力表最佳视力上一行中的某一特定视标,持续 3min 后测量右眼眼压 (3D 调节状态)。此过程均以右眼作为受检眼,测量眼压前将右眼镜片取下,由于测量仪器阻碍了右眼对视标的注视,此时由左眼 (全矫基础上) 继续注视视标 (图 1)。要求受试者在试验过程中须看清视标。所有测量均由同一测量者,在同一房间、同一时段进行,视近或视远,视标均在右眼正前方。

统计学分析:采用 SPSS 20.0 统计软件进行统计分析。各组间年龄及非调节状态下的基线眼压值比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD-*t* 检验,性别构成的比较采用卡方检验。调节前后的眼压数据经正态检验 (Shapiro-Wilk) 服从正态分布,采用配对样本 *t* 检验比较各组调节前后的眼压。各组的眼压变化量经正态检验 (Shapiro-Wilk) 均不服从正态分布,采用 Kruskal-Wallis 检验比较各组调节前后的眼压变化量,两两比较采用 Nemenyi 检验。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 各组人口统计资料** 正视组、稳定性近视组及进展性近视组组间的年龄、性别构成及非调节状态下的基线眼压均差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ , 表 1); 正视组及低、中、高度近视组组间的年龄、性别构成及非调节状态下的基线眼压均差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ , 表 2)。

**2.2 调节对不同性质近视眼眼压的影响** 对正视组、稳定性近视组、进展性近视组调节前后的眼压值进行配对样本 *t* 检验,结果显示,进展性近视组在调节后眼压的增加有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 而正视组和稳定性近视组的眼压变化无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。各组的眼压变化量经正态检验 (Shapiro-Wilk) 均不服从正态分布 ( $W_1 = 0.834, P < 0.001; W_2 = 0.775, P < 0.001; W_3 = 0.868, P < 0.001$ ), 三组之间的眼压变化量采用 Kruskal-Wallis 检验差异有显著性 ( $H = 12.16, P < 0.01$ ), 进一步采用 Nemenyi 检验两两比较,

表1 正视组、稳定性近视组及进展性近视组的人口统计资料

组别	例数	年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	性别(男/女,例)	基线眼压( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	SE( $\bar{x}\pm s$ ,D)
正视组	28	24.18±1.68	13/15	16.54±2.12	-0.12±0.18
稳定性近视组	34	24.53±1.46	15/19	17.15±2.23	-3.35±1.51
进展性近视组	26	24.50±1.48	13/13	16.88±2.37	-6.44±2.30
$F/\chi^2$		0.46	0.21	0.57	114.48
$P$		0.63	0.90	0.57	<0.01

注:稳定性近视组:近2a每年近视进展 $\leq 0.5D$ ;进展性近视组:近2a每年近视进展 $> 0.5D$ ;正视眼组: $-0.5D < SE < +0.5D$ 。

表2 正视组及低、中、高度近视组的人口统计资料

组别	例数	年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	性别(男/女,例)	基线眼压( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	SE( $\bar{x}\pm s$ ,D)
正视组	28	24.18±1.68	13/15	16.54±2.12	-0.12±0.18
低度近视组	17	24.29±1.40	8/9	16.41±2.21	-2.10±0.66
中度近视组	28	24.71±1.36	13/15	17.11±2.27	-4.36±0.84
高度近视组	15	24.40±1.72	7/8	17.60±2.35	-8.23±1.12
$F/\chi^2$		0.61	0.00	1.10	468.77
$P$		0.61	1.00	0.36	<0.01

注:正视眼组: $-0.5D < SE < +0.5D$ ;低度近视组: $-0.5D \leq SE < -3D$ ;中度近视组: $-3D \leq SE < -6D$ ;高度近视组: $SE \geq -6D$ 。

表3 调节对不同性质近视眼眼压的影响

组别	基线眼压( $\bar{x}\pm s$ )	调节后眼压( $\bar{x}\pm s$ )	变化量[ $P_{50}(P_{25}, P_{75})$ ]	$t$	$P$
正视组	16.54±2.12	16.32±2.11	0.00(-1.00,0.00)	1.44	0.16
稳定性近视组	17.15±2.23	16.97±2.24	0.00(-1.00,0.00)	1.64	0.11
进展性近视组	16.88±2.37	17.27±2.47	0.50(0.00,1.00)	-2.18	0.02
$F/H$	0.57	1.85	12.16		
$P$	0.57	0.16	<0.01		

注:稳定性近视组:近2a每年近视进展 $\leq 0.5D$ ;进展性近视组:近2a每年近视进展 $> 0.5D$ ;正视眼组: $-0.5D < SE < +0.5D$ 。

表4 调节对不同程度近视眼眼压的影响

组别	基线眼压( $\bar{x}\pm s$ )	调节后眼压( $\bar{x}\pm s$ )	变化量[ $P_{50}(P_{25}, P_{75})$ ]	$t$	$P$
正视组	16.54±2.12	16.32±2.11	0.00(-1.00,0.00)	1.44	0.16
低度近视组	16.41±2.21	16.24±2.17	0.00(-1.00,0.00)	1.00	0.33
中度近视组	17.11±2.27	16.96±2.28	0.00(-1.00,0.00)	1.07	0.29
高度近视组	17.60±2.35	18.20±2.08	1.00(0.00,1.00)	-2.80	0.01
$F/H$	1.10	3.42	13.62		
$P$	0.36	0.02	<0.01		

注:正视眼组: $-0.5D < SE < +0.5D$ ;低度近视组: $-0.5D \leq SE < -6D$ ;中度近视组: $-3D \leq SE < -6D$ ;高度近视组: $SE \geq -6D$ 。

正视组与进展性近视组之间差异有统计学意义( $H = -2.673, P = 0.01$ ),稳定性近视组与进展性近视组之间差异有统计学意义( $H = -2.582, P = 0.01$ ),正视组和稳定性近视组比较差异无统计学意义( $H = -0.217, P = 0.828$ ),见表3。

**2.3 调节对不同程度近视眼眼压的影响** 对低度近视组、中度近视以及高度近视组调节前后的眼压值进行配对样本  $t$  检验,结果显示,高度近视组在调节后眼压的增加有统计学意义( $P < 0.05$ ),而低度近视组和中度近视组的眼压变化无统计学意义( $P > 0.05$ )。四组之间的眼压变化量差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),进一步两两比较提示,正视组、低度近视组、中度近视组分别与高度近视组相比差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),正视组、低度近视组、中度近视组三组两两比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表4。

### 3 讨论

本研究发现调节对不同性质近视眼眼压的影响,与非

调节状态相比,眼调节后进展性近视组的眼压平均升高  $0.38 \pm 0.90 \text{mmHg}$ 。然而,Read 等<sup>[13]</sup>当诱导 3D 调节时,进展性近视眼眼压平均下降了  $1.8 \pm 1.1 \text{mmHg}$ ,而正视眼眼压平均下降  $1.9 \pm 1.4 \text{mmHg}$ ,这与本研究结果有所差异,原因可能如下:本研究中进展性近视组的平均 SE 为  $-6.44 \pm 2.30D$ ,而 Read 研究对象的平均 SE 为  $-3.74 \pm 1.88D$ ;此外,本试验的研究对象为黄种人,而 Read 的研究对象为白种人,曾有研究认为,不同人种之间具有眼部的解剖学差异,这也可能是黄种人比白种人有更高近视患病率的原因之一<sup>[14]</sup>。Liu 等<sup>[15]</sup>研究发现,进展性近视眼在 3D 调节后眼压平均下降  $0.19 \pm 2.16 \text{mmHg}$ ,与本研究的结果产生差异的原因可能是研究对象的年龄不同,Liu 的研究对象为未成年人,本研究进展性近视组均为成年人,而年龄一直以来被认为是影响睫状肌形态和调节功能的因素之一<sup>[16]</sup>,故对于不同年龄的受试者,其调节环节的差异可能引起眼压

反应的差异。本研究结果显示诱导调节后正视组和稳定性近视组眼压略微下降,而进展性近视组眼压明显升高,其原因不排除三组之间本身存在眼部解剖结构的差异,但目前尚缺乏相关研究证据。徐丹等<sup>[17]</sup>通过检测 38 例 18~28 岁近视患者在不同距离调节刺激下的调节反应发现,进展性近视眼在高调节刺激水平(2、3D)下的调节反应量显著低于正视眼和稳定性近视眼,即调节滞后,研究表明<sup>[18]</sup>调节滞后在形态学上的表现为睫状肌从非调节态到调节态的变化幅度小,而睫状肌的舒缩状态对于房水的生成和排出具有重要影响,这可能是本研究中进展性近视组眼压变化不同于其余两组的原因之一;此外,有研究采用眼前段光学相干断层扫描仪(OCT)测量不同调节状态下的眼前节参数,发现进展性近视眼在 3D 调节刺激下晶状体变厚的程度大于正视眼<sup>[15]</sup>,我们推测可能由于晶状体变厚的程度越大,其与虹膜接触越紧密,导致虹膜晶状体阻隔滞,从而引起眼压升高。人们普遍认为,近视发展在成年之后趋于停止,本研究表明,由眼调节引起的眼压升高可能是成年人近视持续性发展的原因之一,但具体机制尚不明确,有待更深入的研究。

调节对不同程度近视眼眼压的影响:本研究显示,诱导 3D 调节后高度近视组的眼压明显升高,此结果与 Young<sup>[19]</sup>的研究结果相一致,他在高度近视猕猴的玻璃体腔内植入探针直接测量眼压,发现猕猴的眼压随眼调节而增加,变化量最高可达 6mmHg。高度近视组眼压变化不同于其它组,原因可能与睫状肌和小梁网房角组织的差异有关。马可等<sup>[20]</sup>研究发现,调节幅度与屈光度数呈负相关,即近视度数越高,调节幅度越低。有研究者<sup>[18]</sup>利用超声生物显微镜(ultrasound biomicroscopy,UBM)对睫状体调节前后形态位置的主要相关指标进行测量,并用各指标的变化值与屈光度作相关分析,发现在相同调节刺激下,随近视度数加深,调节前后睫状体形态、位置变化幅度均减小,其中高度近视睫状体的变化幅度最小,从形态学上说明了高度近视存在明显的调节滞后<sup>[23]</sup>。在本试验中,高度近视患者调节滞后的程度大<sup>[21]</sup>,在同样的调节刺激下睫状肌形变程度低,不能产生足够的屈光力,而受试者诉能看清楚视标,是因为当人眼调节时,瞳孔缩小可增加景深<sup>[22]</sup>,只要视标处于景深范围内都能形成清晰的像。此外,高度近视常常合并开角型青光眼,而早期青光眼的眼底表现不典型,易与高度近视眼的眼底改变相混淆,加上高度近视眼球壁变薄,巩膜硬度系数偏低,眼压测量值如未经矫正会比实际值低,故研究中很难从高度近视眼中完全排除早期的开角型青光眼;形态学研究表明,高度近视与原发开角型青光眼在病理形态上具有相似性,二者的发生发展可能存在关联机制,在遗传分子相关性机制中, Diskin 等<sup>[23]</sup>研究发现,原发性开角型青光眼患者小梁网组织中的亮蛋白聚糖基因(lumican gene)的表达高于正常对照者,另外有研究报道<sup>[24-25]</sup>高度近视的患者同样存在 lumican 基因的高表达,而 lumican 基因编码的亮蛋白聚糖在细胞外基质的形成中发挥重要作用,故无论是否合并有青光眼,高度近视眼均可能存在小梁网细胞外基质的分泌增加和堆积,导致小梁网眼变窄或闭塞,造成房水流出阻力增加;由此推测,在调节刺激下,高度近视眼一方面因睫

状肌的收缩幅度小致使小梁网间隙开放程度较小,加上本身可能存在病变的小梁网,故眼调节时房水经小梁网通路的外流量无明显增加;另一方面,本课题的另一项动物实验发现<sup>[26]</sup>,眼调节时睫状肌收缩,葡萄膜巩膜途径的房水外流减少。综上,当眼调节时房水外流的增加量小于减少量,即可表现为眼压升高;而在非调节状态下可能由于睫状肌的松弛,葡萄膜巩膜通道对房水引流的代偿作用使眼压尚可保持正常。

对阴性结果的分析:本研究结果显示,正视组与各近视组在非调节状态下的眼压差异无统计学意义,这与一些学者的研究结果相一致<sup>[5-6]</sup>,共同质疑基线眼压水平在眼轴伸长和近视发展中的作用,然而另一些学者却持有相反的观点<sup>[27-29]</sup>,他们认为基线眼压与眼轴和屈光度之间存在正相关性,即基线眼压越高,眼轴越长,近视度数越高。结果出现分歧的原因可能与眼压测量的影响因素有关,包括中央角膜厚度、角膜曲率、进行测量的时间以及受试者的体位等<sup>[30-32]</sup>。本研究采用的 SUOER 回弹式眼压计不受角膜曲率的影响,且与 Goldmann 眼压计的测量结果具有良好的一致性<sup>[33]</sup>,此外,本研究选择在同一时间段、同一房间进行,由同一人进行操作,受试者均保持坐姿,这些设计均保证了各组间眼压值的可比性,据报道<sup>[33]</sup>回弹式眼压计测量结果还受角膜厚度的影响,但本研究未能比较组间的角膜厚度,而近视屈光度越高,其眼球壁越薄,故近视程度不同,测量误差也可能有差异;此外,虽然眼压测量由同一位测试者操作,且重复测量 3 次,但无法排除回弹式眼压计的重复测量偏差对结果的影响,每次的测量位置(中心或周边)和角度(垂直与否)都可能会影响测量结果。本研究中正视组、稳定性近视组以及低中度近视组在诱导调节后眼压略有下降,平均变化量在 0.5mmHg 以内,而 Read 和其他一些学者研究发现<sup>[13,34-35]</sup>,诱导 3D 调节后眼压的平均下降幅度均大于 1mmHg,其原因可能也与屈光度、年龄、人种以及研究方法不同等很多因素有关。眼调节作用虽导致葡萄膜巩膜途径的房水引流量下降,但其提高经典途径房水流畅系数的作用更显著,这可能是眼压随眼调节下降的机制之一。

本研究的结论与局限性:本研究显示对于不同近视类型,眼调节对其眼压的影响也不尽相同,进展性近视或高度近视眼受影响更大,说明这类患者的近视发展可能与调节诱导的眼压升高有一定关联。但是本研究系一时间点的横断面研究,若要从正面说明眼压升高到底会不会导致近视发展,还需要做纵向研究进行动态观察,比如观察眼调节引起的眼压上升值与近视进展或眼轴增长速度是否存在相关性等。此外,眼调节和集合、瞳孔缩小总是协调一致的,合称近反应。在研究中,尽管我们已经排除了集合对眼压的干扰,但未能将瞳孔因素排除在外,需进一步探索更佳的研究方法。

#### 参考文献

- 1 Coudrillier B, Tian J, Alexander S, et al. Biomechanics of the human posterior sclera: age - and glaucoma - related changes measured using inflation testing. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012;53(4):1714-1728
- 2 张耀花,王雁,窦瑞,等.近视眼角膜生物力学特性与角膜高阶像差的相关性. *中华实验眼科杂志* 2018;36(5):368-372

- 3 陈维毅, 李晓娜, 高志鹏, 等. 眼力学研究进展. 医用生物力学 2016; 31(4):340-346
- 4 Giloyan A, Harutyunyan T, Petrosyan V. Risk Factors for Developing Myopia among Schoolchildren in Yerevan and Gegharkunik Province, Armenia. *Ophthalmic Epidemiol* 2017; 24(2):97-103
- 5 Lee AJ, Saw SM, Gazzard G, et al. Intraocular pressure associations with refractive error and axial length in children. *Br J Ophthalmol* 2004; 88(1):5-7
- 6 Manny RE, Deng L, Crossnoe C, et al. IOP, myopic progression and axial length in a COMET subgroup. *Optometry Vis Sci* 2008;85(2):97-105
- 7 Read SA, Collins MJ, Iskander DR. Diurnal variation of axial length, intraocular pressure, and anterior eye biometrics. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49(7):2911-2918
- 8 杨铮, 雷方, 周瑞雅, 等. 眼压在儿童不同程度近视和眼轴变化中的作用. 中华实验眼科杂志 2016;34(7):635-638
- 9 邓媛, 荣敏娜, 邓文, 等. 眼压对青少年近视进展的影响. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2018;20(3):133-138
- 10 Read SA, Collins MJ, Woodman EC, et al. Axial length changes during accommodation in myopes and emmetropes. *Optometry Vis Sci* 2010;87(9):656-662
- 11 杨德峰, 吴凡, 胡媛新, 等. 持续近距离用眼对不同屈光状态眼的影响. 国际眼科杂志 2016;16(6):132-135
- 12 Fernández-Montero A, Olmo-Jimenez JM, Olmo N, et al. The impact of computer use in myopia progression: A cohort study in Spain. *Prev Med* 2015; 71:67-71
- 13 Read SA, Collins MJ, Becker H, et al. Changes in intraocular pressure and ocular pulse amplitude with accommodation. *Br J Ophthalmol* 2010; 94(3):332-335
- 14 闫瑾, 王莉, 杨扬. 近视的危险因素及流行病学研究进展. 眼科新进展 2015; 35(9):896-900
- 15 Liu Y, Lv H, Jiang X, et al. Intraocular Pressure Changes during Accommodation in Progressing Myopes, Stable Myopes and Emmetropes. *PLoS One* 2015;10(10):e0141839
- 16 杨晖, 林振德, 陈秀琦, 等. 年龄对睫状突位置及高度影响的初步研究. 中国实用眼科杂志 2000;18(11):694-697
- 17 徐丹, 吕帆, 瞿佳. 不同阅读距离的调节反应在近视发生发展中的表达. 中华实验眼科杂志 2006;24(3):313-316
- 18 陈晨, 刘陇黔. 人眼睫状体在调节中形态位置变化及其与近视眼关系的研究. 中华医学会全国眼科学术大会 2007
- 19 Young FA. The development and control of myopia in human and subhuman primates. *Contacto* 1975;19(6):16-31
- 20 马可, 刘陇黔. 青年人近视眼与各调节因素的关系. 眼视光学杂志 2006;8(2):85-87
- 21 漆争艳, 郭燕, 杨俊芳, 等. 6~14岁学龄儿童不同近视程度视功能的临床分析. 医学临床研究 2018; 35(4):745-746, 749
- 22 王华德, 丁磊, 魏琳, 等. 角膜有效塑形后瞳孔直径对裸视维持时间影响. 中国实用眼科杂志 2016;34(6):569-571
- 23 Diskin S, Kumar J, Cao Z, et al. Detection of differentially expressed glycogenes in trabecular meshwork of eye with primary open-angle glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(4):1491-1499
- 24 李少玉, 蒋文君, 毕宏生. 高度近视相关基因的研究进展. 眼科新进展 2017;37(5):488-491
- 25 陈蒙蒙, 齐艳华. 高度近视相关的环境因素和遗传因素的研究进展. 国际眼科纵览 2017; 41(1):1-7
- 26 江文捷. 眼调节对葡萄膜巩膜房水外流途径及眼压的影响. 西南医科大学 2018
- 27 Brian J. The Myopias: Basic Science and Clinical Management. *Opt Vis Sci* 1987;64(1):132
- 28 Jensen H. Myopia progression in young school children and intraocular pressure. *Doc Ophthalmol* 1992;82(3):249-255
- 29 Tomlinson A, Phillips CI. Applanation tension and axial length of the eyeball. *Br J Ophthalmol* 1970; 54(8):548
- 30 Geloneck MM, Crowell EL, Wilson EB, et al. Correlation Between Intraocular Pressure and Body Mass Index in the Seated and Supine Positions. *J Glaucoma* 2013, 24(2):130-134
- 31 包宇涵, 律鹏, 张文芳, 等. 非接触式眼压计与回弹式眼压计在眼压测量中的准确度分析. 国际眼科杂志 2019; 19(8):1406-1410
- 32 张勇, 谢琳. 眼压测量值的影响因素及常用眼压计比较. 眼科 2016; 25(2):138-141
- 33 张莉, 李双农, 范永. 非接触眼压计回弹式眼压计及 Goldmann 三种眼压仪测量眼压的对比研究. 中国药物与临床 2016;16(11):1641-1643
- 34 Jenssen F, Krohn J. Effects of static accommodation versus repeated accommodation on intraocular pressure. *J Glaucoma* 2012;21(1):45-48
- 35 Goldberg DB. Computer-animated model of accommodation and theory of reciprocal zonular action. *Clin Ophthalmol* 2011;2011(1):1559-1566