

OCT 光学放大效应对儿童青少年轻中度近视黄斑区视网膜厚度测量的影响

周 术^{1,2}, 陈莉莉², 李 婧², 陈子林^{1,2}

引用:周术,陈莉莉,李婧,等. OCT 光学放大效应对儿童青少年轻中度近视黄斑区视网膜厚度测量的影响. 国际眼科杂志, 2024,24(9):1481-1485.

基金项目:惠州市科技计划项目(No.220819114571103)

作者单位:¹(524023)中国广东省湛江市,广东医科大学;

²(516001)中国广东省惠州市中心人民医院眼科中心

作者简介:周术,在读硕士研究生。

通讯作者:陈子林,硕士,主任医师,教授,硕士研究生导师,研究方向:白内障. chenlily202@163.com

收稿日期:2024-01-31 修回日期:2024-07-22

摘要

目的:利用光学相干断层扫描(OCT)评估光学放大效应对儿童青少年近视眼黄斑区视网膜厚度测量的影响。

方法:选取 2023-04/2024-01 就诊于我院眼科中心的 68 例 126 眼 6-18 岁儿童青少年。按照等效球镜度数(SE)分为轻度近视组($-0.50\text{ D}<\text{SE}\leq-3.00\text{ D}$)44 例 83 眼、中度近视组($-3.00\text{ D}<\text{SE}\leq-6.00\text{ D}$)24 例 43 眼。利用 OCT 测量黄斑区视网膜厚度,对测量结果进行光学放大效应校正,比较校正前后黄斑区视网膜厚度的差异,并分析校正前后黄斑区视网膜厚度与眼轴(AL)、SE 的关系。

结果:轻度近视组的校正前后黄斑区各象限视网膜厚度以及平均视网膜厚度比较无差异(均 $P>0.05$)。在中度近视组中,校正前后黄斑区各象限视网膜厚度以及平均视网膜厚度比较有差异(均 $P<0.001$)。校正前,两组间黄斑区外环颞侧和外环上方的视网膜厚度存在显著性差异($P=0.019,0.035$)。其他象限的视网膜厚度在两组间比较无差异(均 $P>0.05$)。校正后,两组间的黄斑区中心凹、内环鼻侧、内环颞侧、内环上方、内环下方、外环鼻侧视网膜厚度及平均视网膜厚度存在显著性差异(均 $P<0.05$)。光学放大效应校正前,黄斑区外环的视网膜厚度与 SE 呈正相关(均 $P<0.05$),与 AL 呈负相关(均 $P<0.05$)。通过校正,发现黄斑区中心凹、内环视网膜厚度和平均视网膜厚度与 SE 存在显著负相关(均 $P<0.05$)。此外,黄斑区各象限的视网膜厚度及平均视网膜厚度与 AL 均呈正相关(均 $P<0.001$)。

结论:光学放大效应对儿童青少年近视眼黄斑区视网膜厚度测量的准确性产生影响,并且随着 AL 的增加,这种影响变得更为显著。

关键词:近视;视网膜厚度;光学放大效应;光学相干断层扫描(OCT)

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2024.9.25

Optical amplification effect of optical coherence tomography on measurement of macular retinal thickness of children and adolescents with mild - to - moderate myopia

Zhou Shu^{1,2}, Chen Lily², Li Jing², Chen Zilin^{1,2}

Foundation item: Huizhou Science and Technology Program (No. 220819114571103)

¹Guangdong Medical University, Zhanjiang 524023, Guangdong Province, China; ²Eye Center, Huizhou Central People's Hospital, Huizhou 516001, Guangdong Province, China

Correspondence to: Chen Zilin. Guangdong Medical University, Zhanjiang 524023, Guangdong Province, China; Eye Center, Huizhou Central People's Hospital, Huizhou 516001, Guangdong Province, China. chenlily202@163.com

Received:2024-01-31 Accepted:2024-07-22

Abstract

• **AIM:** To evaluate the effect of optical amplification on macular retinal thickness measurements in myopic eyes of children and adolescents using optical coherence tomography (OCT).

• **METHODS:** A total of 68 cases (126 eyes) of children and adolescents aged 6 to 18 years old attending our optometric center from April 2023 to January 2024 were selected. They were divided into 44 cases (83 eyes) in the mild myopia group ($-0.50\text{ D}<\text{SE}\leq-3.00\text{ D}$) and 24 cases (43 eyes) in the moderate myopia group ($-3.00\text{ D}<\text{SE}\leq-6.00\text{ D}$) according to the spherical equivalent (SE). The macular retinal thickness was measured using OCT, and the measurements were corrected for optical amplification to compare the differences in macular retinal thickness before and after correction, and to analyze the relationship between the macular retinal thickness and axial length (AL) and the SE before and after correction.

• **RESULTS:** In the mild myopia group, there was no statistically significant difference between the retinal thickness in each quadrant of the macular area before and after correction and the mean retinal thickness (all $P>0.05$). In the moderate myopia group, the differences between the retinal thickness in each quadrant of the macula and the mean retinal thickness before and after correction were statistically significant (all $P<0.001$). Before correction, there was a significant difference in

retinal thickness on the temporal side of the outer ring and above the outer ring of the macula in both groups ($P=0.019, 0.035$). However, retinal thickness in the other quadrants was not statistically different between the two groups (all $P>0.05$). There were significant differences between the two groups in the macular fovea, the nasal side of the inner ring, the temporal side of the inner ring, the upper inner ring, the lower inner ring, the nasal side of the outer ring, and the mean retinal thickness after correction (all $P<0.05$). Before correction for optical amplification, retinal thickness of the outer ring of the macula was positively correlated with SE (all $P<0.05$) and negatively correlated with AL (all $P<0.05$). By correction, a significant negative correlation was found between the macular fovea, the inner ring, and the mean retinal thickness with SE (all $P<0.05$). In addition, retinal thickness in all quadrants of the macula was positively correlated with AL (all $P<0.001$).

• **CONCLUSION:** The optical amplification affects the accuracy of retinal thickness measurements in the macular region of myopic eyes of children and adolescents, and the effect becomes more significant as the AL increases.

• **KEYWORDS:** myopia; retinal thickness; optical amplification; optical coherence tomography (OCT)

Citation: Zhou S, Chen LL, Li J, et al. Optical amplification effect of optical coherence tomography on measurement of macular retinal thickness of children and adolescents with mild - to - moderate myopia. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2024, 24 (9): 1481-1485.

0 引言

近视(myopia)是人眼屈光力相对于眼轴长度(AL)过大的一种屈光不正,即在调节静止状态下,外界平行光线进入眼内后聚焦于视网膜感光细胞层之前,即远点移近的一种屈光状态^[1]。据预测,到2050年,近视人数将达到47.58亿(占世界总人口的49.8%),高度近视人数将达到9.38亿(占世界总人口的9.8%)。近视问题已成为全世界高度关注的公共卫生问题之一^[2]。近年来,眼科领域的光学相干断层扫描(OCT)技术得到了快速发展,该技术使我们能够观察到视网膜在不同层面上的结构变化,因此成为了眼科诊断中不可或缺的工具^[3]。然而研究表明,在使用OCT对近视眼进行眼底扫描时,由于近视度数和AL的增加,扫描范围也会相应扩大,这可能导致测量结果出现误差,从而产生光学放大效应^[4]。前人已经发现,光学放大效应会对中高度近视患者的神经节细胞复合体厚度及神经纤维层厚度测量结果产生影响^[5-6]。然而,至今尚缺乏有关光学放大效应对轻度和中度近视视网膜厚度测量结果影响的研究证据。为了验证光学放大效应是否同样会影响轻度和中度近视视网膜厚度的测量结果。本研究运用Littmann和Bennett公式进行校正,以解决光学放大效应问题,并进一步研究光学放大效应对轻中度近视视网膜厚度测量的影响。

1 对象和方法

1.1 对象 纳入2023-04/2024-01就诊于惠州市中心人

民医院眼科中心的6-18岁儿童青少年68例126眼作为研究对象。按照等效球镜度数(SE)分为轻度近视组($-0.50\text{ D}<\text{SE}\leq-3.00\text{ D}$)44例83眼、中度近视组($-3.00\text{ D}<\text{SE}\leq-6.00\text{ D}$)24例43眼。纳入标准:(1)年龄6-18周岁。(2)轴性近视。(3)固视良好,无明显眼球震颤,能配合完成眼科常规检查项目。(4)眼压为10-21 mmHg。(5)经眼科常规检查确认无其他可致视力下降因素存在的患儿。排除标准:(1)伴有显斜、弱视者。(2)有眼部手术史及其他眼部疾病,如病毒性角膜炎、圆锥角膜、青光眼、斜视、弱视等。(3)患者及家属配合能力不佳。(4)信号强度低于6的低质量OCT扫描图像。退出试验标准:(1)发生其他全身严重器质性疾患者。(2)患者坚持退出。(3)发生严重不良事件。(4)主要研究者认为有理由退出。本研究符合《赫尔辛基宣言》,纳入者及监护人均知情同意,且本研究经本院医学伦理委员会批准(伦理编号:kyl12023002)。

1.2 方法

1.2.1 一般检查 所有研究对象均在我院门诊检查排除器质性眼病,确诊为轻中度近视的儿童青少年纳入研究,记录研究对象个人信息,包括姓名、年龄、性别等,依次完成各项常规检查,包括裂隙灯检查、散瞳验光、非接触式眼压计测量眼压、IOL Master测量眼轴。

1.2.2 OCT检查 采用CARL ZEISS MEDITEC/9.6.1系统进行,检测患者黄斑区视网膜厚度。所有受检者均采用复方托吡卡胺滴眼液进行散瞳,散瞳完成后行OCT黄斑区视网膜厚度的检查,根据患者身高调整OCT至适宜高度,嘱受检者将下巴置于下颌托,额头紧贴额靠,然后调整颌托高度,使患者外眦高度位于眼位标志线水平,嘱患者眼睛注视镜头内绿色固定光标,使用Macular Cube 512×128模式对受检者行黄斑区视网膜厚度扫描,扫描模式设置为以黄斑中心凹为中心的6 mm×6 mm范围,扫描区域划分为直径为1 mm的中心凹环,中心凹外2 mm的内环,中心凹外3 mm的外环(图1)。运用OCT内置软件测量分析各区域视网膜厚度。选取图像、数据扫描质量指数(SQI)≥6/10。记录检查结果。

1.2.3 光学放大效应 在使用OCT光学系统对近视患者眼底进行扫描时,由于屈光度和AL的增加,扫描的范围会增大,使测量结果产生误差,从而产生光学放大效应。本研究使用Littmann和Bennett公式对测量数据进行校正,校正公式为 $t=p\times q\times s$, t 为实际测量的值, s 为OCT检测的值, p 为OCT本身的光学放大系数,为常数3.382, q 为眼部本身的放大因素, $q=0.01306\times(\text{眼轴长度}-1.82)$,因此,实际测量值为 $t=0.01306\times(\text{眼轴长度}-1.82)\times 3.382\times\text{OCT检测的值}$ ^[7]。

统计学分析:采用统计软件SPSS26.0进行分析,计量资料数据符合正态分布,使用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)描述,采用独立样本 t 检验。校正前后黄斑区视网膜厚度采用配对样本 t 检验。计数资料采用 χ^2 检验。SE、AL与黄斑区视网膜厚度之间的相关性采用Pearson相关性分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料比较 两组间性别、眼压、SQI差异无统计学意义($P=0.277, 0.866, 0.410$),年龄、SE、AL差异均存在统计学意义($P<0.001$),见表1。

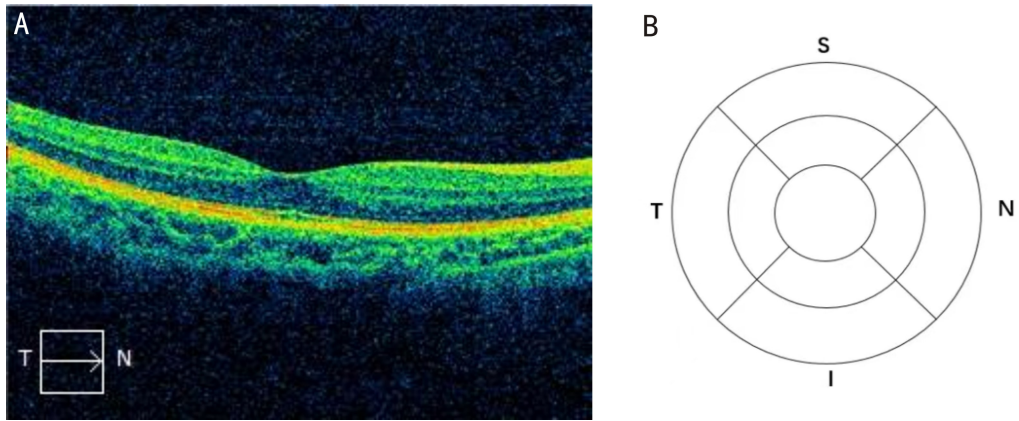


图1 OCT扫描模式及黄斑区域划分示意图 A:OCT图片;B:黄斑区域划分示意图。以黄斑中心小凹为中心,分为1 mm的中心凹环、1-3 mm的内环、3-6 mm的外环,S代表上方,I代表下方,N代表鼻侧,T代表颞侧。

表1 研究对象基本资料比较

| 组别 | 性别(男/女,例) | 年龄($\bar{x}\pm s$,岁) | 眼压($\bar{x}\pm s$,mmHg) | SE($\bar{x}\pm s$,D) | AL($\bar{x}\pm s$,mm) | SQI($\bar{x}\pm s$) |
|-----------|-----------|------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 轻度近视组 | 24/20 | 10.01±1.732 | 17.93±2.768 | -1.47±0.885 | 24.27±0.599 | 7.13±1.097 |
| 中度近视组 | 12/12 | 12.17±2.152 | 18.03±2.721 | -3.79±1.386 | 25.20±0.578 | 7.31±1.158 |
| $t\chi^2$ | -1.088 | -5.885 | -0.169 | 11.402 | -8.325 | -0.827 |
| <i>P</i> | 0.277 | <0.001 | 0.866 | <0.001 | <0.001 | 0.410 |

注:轻度近视组为-0.50 D<SE≤-3.00 D;中度近视组为-3.00 D<SE≤-6.00 D。

2.2 光学放大效应对黄斑区视网膜厚度测量的影响 对轻度近视组 OCT 光学放大效应校正前后的黄斑区不同象限视网膜厚度进行了对比,发现轻度近视组校正前后黄斑区各象限视网膜厚度及平均视网膜厚度差异均无统计学意义($P>0.05$),见表2。然而对中度近视组 OCT 光学放大效应校正前后的黄斑区不同象限视网膜厚度进行对比发现,黄斑区各象限视网膜厚度及平均视网膜厚度差异均存在统计学意义($P<0.001$),见表3。

2.3 两组间黄斑区视网膜厚度比较 校正前两组间黄斑区外环颞侧、外环上方视网膜厚度差异有统计学意义($P=0.019,0.035$),其余各象限视网膜厚度在两组间均无统计学意义($P>0.05$),见表4。校正后两组间黄斑区中心凹、内环鼻侧、内环颞侧、内环上方、内环下方、外环鼻侧视网膜厚度及平均视网膜厚度均存在显著性差异($P<0.05$,表5)。

2.4 黄斑区视网膜厚度与 SE 及 AL 的相关性 光学放大效应校正前黄斑区外环颞侧、外环上方、外环下方视网膜厚度与 SE 呈正相关($r=0.257, P=0.004; r=0.272, P=0.002; r=0.271, P=0.003$),黄斑区外环鼻侧、外环颞侧、外环上方、外环下方视网膜厚度与 AL 呈负相关($r=-0.214, P=0.018; r=-0.215, P=0.017; r=-0.282, P=0.002; r=-0.289, P=0.001$),见表6。校正后的黄斑区中心凹、内环鼻侧、内环颞侧、内环上方、内环下方视网膜厚度及平均视网膜厚度与 SE 呈负相关($r=-0.237, P=0.007; r=-0.220, P=0.013; r=-0.177, P=0.047; r=-0.205, P=0.021; r=-0.203, P=0.023; r=-0.201, P=0.024$)。黄斑区各象限视网膜厚度及平均视网膜厚度与 AL 均存在正相关关系(均 $P<0.01$),见表7。

3 讨论

近年来,随着 OCT 的突破,视网膜在体检查得以实现。OCT 作为一种新型的光学诊断技术^[8],在眼内疾病

表2 轻度近视组 OCT 光学放大效应校正前后黄斑区视网膜厚度差异性比较 ($\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$)

| 区域 | 校正前 | 校正后 | <i>t</i> | <i>P</i> |
|------|----------------|---------------|----------|----------|
| 中心凹 | 243.66±18.642 | 235.39±44.388 | 1.875 | 0.064 |
| 内环鼻侧 | 318.61±15.268 | 307.42±55.195 | 1.850 | 0.068 |
| 内环颞侧 | 307.157±14.024 | 296.67±53.070 | 1.862 | 0.066 |
| 内环上方 | 318.63±13.747 | 307.63±54.876 | 1.856 | 0.067 |
| 内环下方 | 313.70±16.219 | 302.84±54.586 | 1.861 | 0.066 |
| 外环鼻侧 | 297.58±14.984 | 287.04±51.431 | 1.858 | 0.067 |
| 外环颞侧 | 266.29±14.810 | 260.84±35.540 | 1.519 | 0.133 |
| 外环上方 | 282.31±12.032 | 272.65±48.435 | 1.865 | 0.066 |
| 外环下方 | 267.94±14.522 | 258.25±47.526 | 1.824 | 0.072 |
| 平均厚度 | 278.53±14.552 | 268.75±48.587 | 1.847 | 0.068 |

表3 中度近视组 OCT 光学放大效应校正前后视网膜厚度差异性比较 ($\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$)

| 区域 | 校正前 | 校正后 | <i>t</i> | <i>P</i> |
|------|---------------|---------------|----------|----------|
| 中心凹 | 246.09±24.367 | 254.36±28.018 | -8.284 | <0.001 |
| 内环鼻侧 | 319.44±12.121 | 329.97±15.624 | -8.465 | <0.001 |
| 内环颞侧 | 304.26±11.875 | 314.31±15.858 | -8.504 | <0.001 |
| 内环上方 | 318.37±12.557 | 328.85±15.819 | -8.463 | <0.001 |
| 内环下方 | 310.86±11.264 | 321.08±14.139 | -8.510 | <0.001 |
| 外环鼻侧 | 295.07±23.407 | 304.59±24.597 | -8.169 | <0.001 |
| 外环颞侧 | 260.02±12.121 | 268.52±13.350 | -8.492 | <0.001 |
| 外环上方 | 277.77±9.815 | 286.82±10.597 | -8.414 | <0.001 |
| 外环下方 | 264.10±10.411 | 273.01±11.960 | -8.770 | <0.001 |
| 平均厚度 | 277.35±9.260 | 286.43±11.138 | -8.455 | <0.001 |

特别是视网膜疾病的诊断中展示了良好的临床应用前景^[9-10],尤其是对视网膜黄斑疾病的诊断而言,OCT 具有更好的临床应用价值^[11-12]。

表4 校正前两组间黄斑区不同象限视网膜厚度差异性比较

| 区域 | $(\bar{x} \pm s, \mu\text{m})$ | | | |
|------|--------------------------------|---------------|----------|----------|
| | 轻度近视组 | 中度近视组 | <i>t</i> | <i>P</i> |
| 中心凹 | 243.66±18.642 | 246.09±24.367 | -0.573 | 0.569 |
| 内环鼻侧 | 318.61±15.268 | 319.44±12.121 | -0.308 | 0.758 |
| 内环颞侧 | 307.16±14.024 | 304.26±11.875 | 1.158 | 0.249 |
| 内环上方 | 318.63±13.747 | 318.37±12.557 | 0.101 | 0.919 |
| 内环下方 | 313.70±16.219 | 310.86±11.264 | 1.026 | 0.307 |
| 外环鼻侧 | 297.59±14.984 | 295.07±23.407 | 0.726 | 0.469 |
| 外环颞侧 | 266.29±14.810 | 260.02±12.121 | 2.377 | 0.019 |
| 外环上方 | 282.31±12.032 | 277.77±9.815 | 2.135 | 0.035 |
| 外环下方 | 267.94±14.522 | 264.10±10.411 | 1.677 | 0.097 |
| 平均厚度 | 278.53±14.552 | 277.35±9.260 | 0.483 | 0.630 |

注:轻度近视组为 $-0.50 \text{ D} < \text{SE} \leq -3.00 \text{ D}$; 中度近视组为 $-3.00 \text{ D} < \text{SE} \leq -6.00 \text{ D}$ 。

表5 校正后两组间黄斑区不同象限视网膜厚度差异性比较

| 区域 | $(\bar{x} \pm s, \mu\text{m})$ | | | |
|------|--------------------------------|---------------|----------|----------|
| | 轻度近视组 | 中度近视组 | <i>t</i> | <i>P</i> |
| 中心凹 | 235.39±44.388 | 254.36±28.018 | -2.548 | 0.012 |
| 内环鼻侧 | 307.42±55.195 | 329.97±15.624 | -2.621 | 0.010 |
| 内环颞侧 | 296.67±53.070 | 314.31±15.858 | -2.128 | 0.035 |
| 内环上方 | 307.63±54.876 | 328.85±15.819 | -2.480 | 0.014 |
| 内环下方 | 302.84±54.586 | 321.08±14.139 | -2.150 | 0.033 |
| 外环鼻侧 | 287.04±51.431 | 304.59±24.597 | -2.090 | 0.039 |
| 外环颞侧 | 260.84±35.540 | 268.52±13.350 | -1.364 | 0.175 |
| 外环上方 | 272.65±48.435 | 286.82±10.597 | -1.891 | 0.061 |
| 外环下方 | 258.25±47.526 | 273.01±11.960 | -1.975 | 0.051 |
| 平均厚度 | 268.75±48.587 | 286.43±11.138 | -2.349 | 0.020 |

注:轻度近视组为 $-0.50 \text{ D} < \text{SE} \leq -3.00 \text{ D}$; 中度近视组为 $-3.00 \text{ D} < \text{SE} \leq -6.00 \text{ D}$ 。

表6 校正前黄斑区不同象限视网膜厚度与 SE、AL 的相关性分析

| 分区 | SE | | AL | |
|------|----------|----------|----------|----------|
| | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i> | <i>P</i> |
| 中心凹 | -0.072 | 0.423 | 0.067 | 0.459 |
| 内环鼻侧 | 0.028 | 0.757 | -0.040 | 0.663 |
| 内环颞侧 | 0.160 | 0.074 | -0.065 | 0.472 |
| 内环上方 | 0.075 | 0.405 | -0.048 | 0.598 |
| 内环下方 | 0.076 | 0.395 | -0.148 | 0.101 |
| 外环鼻侧 | 0.131 | 0.145 | -0.214 | 0.018 |
| 外环颞侧 | 0.257 | 0.004 | -0.215 | 0.017 |
| 外环上方 | 0.272 | 0.002 | -0.282 | 0.002 |
| 外环下方 | 0.271 | 0.003 | -0.289 | 0.001 |
| 平均厚度 | 0.089 | 0.319 | -0.107 | 0.238 |

然而,在光学成像检测中需要考虑光学放大效应的影响^[13]。相关研究指出,在眼底视网膜厚度测量时,OCT 系统通常采用统一的设置,测量数值都是基于正常 AL^[7]。然而,过去的研究往往没有考虑到近视眼中的光学放大效应^[14]。事实上,由于近视患者的屈光度和 AL 增加,扫描范围会变大,从而导致测量结果出现误差。为了消除光学

表7 校正后黄斑区不同象限视网膜厚度与 SE、AL 的相关性分析

| 分区 | SE | | AL | |
|------|----------|----------|----------|----------|
| | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i> | <i>P</i> |
| 中心凹 | -0.237 | 0.007 | 0.408 | <0.001 |
| 内环鼻侧 | -0.220 | 0.013 | 0.568 | <0.001 |
| 内环颞侧 | -0.177 | 0.047 | 0.559 | <0.001 |
| 内环上方 | -0.205 | 0.021 | 0.587 | <0.001 |
| 内环下方 | -0.203 | 0.023 | 0.476 | <0.001 |
| 外环鼻侧 | -0.169 | 0.060 | 0.304 | 0.001 |
| 外环颞侧 | -0.091 | 0.318 | 0.357 | <0.001 |
| 外环上方 | -0.152 | 0.090 | 0.471 | <0.001 |
| 外环下方 | -0.140 | 0.127 | 0.364 | <0.001 |
| 平均厚度 | -0.201 | 0.024 | 0.519 | <0.001 |

放大效应的影响,本研究利用 Littmann 和 Bennett 公式进行矫正,并发现在中度近视组中,校正后的黄斑区各象限视网膜厚度及平均视网膜厚度均大于校正前的黄斑区各象限视网膜厚度,其差异具有统计学意义(均 $P < 0.001$)。然而,在轻度近视组中,黄斑区各象限视网膜厚度及平均视网膜厚度在校正前后差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。我们认为这可能与轻度近视组患者 AL 增长不明显有关。

目前一般认为 AL 越长,视网膜整体厚度会变薄。然而对于黄斑区视网膜厚度的变化仍存在争议。Marcus 等的研究表明,随着 AL 的增长,黄斑中心凹厚度会轻微增加^[15]。根据他的观点,黄斑中心凹处仅包含视锥细胞,缺乏视杆细胞和其他视网膜层次的组织。当发生高度近视引起视网膜组织疏松水肿、内层组织变形、视网膜牵拉、视网膜劈裂以及视网膜脱离等情况时,黄斑区中心凹区域的视网膜厚度可能会略微增加^[16]。然而孙沅等^[17]测量了不同程度近视人群的黄斑区视网膜厚度,并发现随着 SE 的增加,患者的黄斑区域视网膜厚度逐渐减少。他们认为随着近视程度的增加,眼球可能会出现一系列病理学变化,如 AL 的拉长、机械力学特性的减弱以及巩膜的拉伸和变薄等情况,因此导致黄斑区视网膜厚度的变薄^[18]。

目前关于光学放大效应对近视儿童青少年黄斑区视网膜厚度测量影响的研究较少。Niyazmand 等^[19]的研究发现,光学放大效应会因为 AL 的增加,从而影响近视成年人黄斑区视网膜厚度测量的准确性。我们的研究发现在校正光学放大效应之前,黄斑区外环颞侧、外环上方视网膜厚度随着近视程度的增加均变薄,差异存在统计学意义($P < 0.05$)。校正光学放大效应之后,黄斑区中心凹、内环鼻侧、内环颞侧、内环上方、内环下方、外环鼻侧视网膜厚度及平均视网膜厚度随着近视程度的增加变厚。导致这种情况的原因可能是:黄斑区是眼底视觉最敏锐的部位,视网膜增厚与视网膜神经元突触的强化密切相关。为了传递更多、更清晰的视觉信息到大脑,神经元胞体树突会在相应的突触连接处被刺激激活或增生肥大,以实现代偿性增厚^[20]。此外我们发现,光学放大效应校正前黄斑区外环视网膜厚度与 SE 呈正相关,与 AL 呈负相关,这与大部分未经光学放大效应校正的研究结果一致^[21]。相反的,校正后的黄斑区中心凹、内环鼻侧、内环颞侧、内环上方、内环下方视网膜厚度及平均视网膜厚度与 SE 呈负相

关,黄斑区各象限视网膜厚度及平均视网膜厚度与AL均呈正相关。这与我们校正后两组间黄斑区视网膜厚度差异性分析结果一致。

综上所述,我们的研究表明随着近视程度的增加,AL增长,黄斑区视网膜厚度变厚。在中度近视组,光学放大效应对视网膜厚度的测量有显著影响。但本研究属于横断面研究,样本量相对较小,年龄主要集中在儿童青少年,种族单一可能会导致研究存在一定偏移。有待日后进一步扩大样本量,采用多方法分析以进一步证实研究结论,从而减少光学放大效应对视网膜厚度测量的误差。

参考文献

- [1] Baird PN, Saw SM, Lanca C, et al. Myopia. *Nat Rev Dis Primers*, 2020,6(1):99.
- [2] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 2016,123(5):1036-1042.
- [3] Bille JF. *High Resolution Imaging in Microscopy and Ophthalmology: New Frontiers in Biomedical Optics*. Cham (CH): Springer Copyright, 2019;59-85.
- [4] Zhang ZR, Mu JY, Wei J, et al. Correlation between refractive errors and ocular biometric parameters in children and adolescents; a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol*, 2023,23(1):472.
- [5] 赵泓霄, 张晗. 光学放大效应对神经节细胞复合体测量的影响. *山东大学耳鼻喉眼学报*, 2023,37(1):105-109.
- [6] Shpak AA, Korobkova MV. Evaluation of average retinal nerve fiber layer measurement in eyes with refractive errors. *Optom Vis Sci*, 2021,98(12):1366-1370.
- [7] Sampson DM, Gong PJ, An D, et al. Axial length variation impacts on superficial retinal vessel density and foveal avascular zone area measurements using optical coherence tomography angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2017,58(7):3065-3072.
- [8] Kashani AH, Chen CL, Gahm JK, et al. Optical coherence tomography angiography: a comprehensive review of current methods and clinical applications. *Prog Retin Eye Res*, 2017,60:66-100.
- [9] Mejia-Vergara AJ, Karanjia R, Sadun AA. OCT parameters of the optic nerve head and the retina as surrogate markers of brain volume in a normal population, a pilot study. *J Neurol Sci*, 2021,420:117213.
- [10] Lafns I, Wang JC, Cui Y, et al. Retinal applications of swept

source optical coherence tomography (OCT) and optical coherence tomography angiography (OCTA). *Prog Retin Eye Res*, 2021, 84:100951.

- [11] Cooper J, Tkatchenko AV. A review of current concepts of the etiology and treatment of myopia. *Eye Contact Lens*, 2018, 44(4): 231-247.
- [12] Venkatesh R, Sinha S, Gangadharaiah D, et al. Retinal structural-vascular-functional relationship using optical coherence tomography and optical coherence tomography - angiography in myopia. *Eye Vis*, 2019, 6:8.
- [13] Dai YN, Xin C, Zhang QQ, et al. Impact of ocular magnification on retinal and choriocapillaris blood flow quantification in myopia with swept-source optical coherence tomography angiography. *Quant Imaging Med Surg*, 2021,11(3):948-956.
- [14] Meng Y, Yi ZH, Xu YS, et al. Changes in macular vascular density and retinal thickness in young myopic adults without pathological changes: an OCTA study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022,26(16): 5736-5744.
- [15] Lim MC, Hoh ST, Foster PJ, et al. Use of optical coherence tomography to assess variations in macular retinal thickness in myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2005,46(3):974-978.
- [16] Zereid FM, Osuagwu UL. Myopia and regional variations in retinal thickness in healthy eyes. *J Ophthalmic Vis Res*, 2020,15(2):178-186.
- [17] 孙沅, 王健, 孙沂, 等. OCTA用于检测不同屈光人群的黄斑区视网膜密度和厚度及其相关性分析. *现代生物医学进展*, 2019,19(14):2797-2800.
- [18] Jonas JB, Ohno-Matsui K, Panda-Jonas S. Myopia: anatomic changes and consequences for its etiology. *Asia Pac J Ophthalmol*, 2019, 8(5):355-359.
- [19] Niyazmand H, Lingham G, Sanfilippo PG, et al. The effect of transverse ocular magnification adjustment on macular thickness profile in different refractive errors in community-based adults. *PLoS One*, 2022, 17(4):e0266909.
- [20] Jones BW, Watt CB, Frederick JM, et al. Retinal remodeling triggered by photoreceptor degenerations. *J Comp Neurol*, 2003,464(1): 1-16.
- [21] Yao HY, Xin DL, Li ZJ. The deep vascular plexus density is closely related to myopic severity. *Ophthalmic Res*, 2022, 65(4): 455-465.