

# 光学相干断层扫描在屈光不正中的应用

陈 茜,陶利娟

作者单位:(411100)中国湖南省长沙市,南华大学儿科学院 湖南省儿童医院眼科

作者简介:陈茜,南华大学儿科学院在读硕士研究生,住院医师,研究方向:小儿眼科学。

通讯作者:陶利娟,主任医师,硕士研究生导师,湖南省儿童医院眼科主任,研究方向:小儿眼科学. [tj823@sina.com](mailto:tj823@sina.com)

收稿日期:2016-04-26 修回日期:2016-07-26

## Optical coherence tomography in refractive error

Xi Chen, Li-Juan Tao

Department of Ophthalmology, Hunan Children's Hospital, Pediatric Academy of University of South China, Changsha 411100, Hunan Province, China

**Correspondence to:** Li-Juan Tao. Department of Ophthalmology, Hunan Children's Hospital, Pediatric Academy of University of South China, Changsha 411100, Hunan Province, China. [tj823@sina.com](mailto:tj823@sina.com)

Received:2016-04-26 Accepted:2016-07-26

### Abstract

• From 1990s, optical coherence tomography (OCT) can diagnose more diseases as early as possible. It's visible, quantified, noninvasive, painless, high resolution and so on. In recent years, refractive errors have an increasing incidence and the age of onset becomes younger. More and more researchers focus on the problem using technology in refractive error study. It can find small changes in retinal and choroidal thickness early. If we take immediate actions, it may build a foundation for further study. This article summarizes the application of optical coherence tomography in refractive error.

• **KEYWORDS:** refractive error; optical coherence tomography; retinal thickness; choroidal thickness; nerve fiber layer thickness

**Citation:** Chen X, Tao LJ. Optical coherence tomography in refractive error. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2016;16(9):1661-1664

### 摘要

从1990年代起光学相干断层扫描(OCT)技术的应用使更多的眼病得到了及早的诊断、治疗,它使视网膜、脉络膜不仅可视化,而且可量化,具有无创、无痛、高分辨率等优点。

近年来,随着屈光不正的发病率增高,呈现出低龄化,它发病早、发生快、进展快,引起越来越多的学者的重视,并将OCT运用在屈光不正研究中,也得出大量的结果,可以早期发现视网膜、脉络膜厚度的微小变化,及时采取相应的措施,为日后更深入地研究屈光不正的光学机制奠定基础。本文将从光学相干断层扫描在屈光不正中的应用做一综述。

**关键词:**屈光不正;光学相干断层扫描;视网膜厚度;脉络膜厚度;神经纤维层厚度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2016.9.15

**引用:**陈茜,陶利娟.光学相干断层扫描在屈光不正中的应用.国际眼科杂志2016;16(9):1661-1664

### 0 引言

近视已成为全球关注的一个热点问题,在我国,近视发病率高达60%,给我们的生活及工作学习带来诸多不便,尤其是儿童期近视显得尤为重要,因为它发生早,进展快,易引起儿童低视力(视力低于0.1),成年时易发展为病理性近视,以屈光度进行性加深,眼轴不断增长,眼内内容和视网膜脉络膜进行性损害为主,严重影响日常生活,是我国的常见眼病之一。而远视性屈光不正是引起儿童期视力不佳的另一个常见原因之一,若不及时治疗将引起远视性弱视,严重影响儿童视力。随着儿童眼球发育眼轴的增长,将从远视逐渐向正视转变,也称“正视化过程”。光学相干断层扫描(OCT)技术运用使视网膜不仅可视化,而且可量化,对于眼底病变的诊治提供极大的帮助,有越来越多的学者关注到这些变化,并且做了更深入的研究,将它应用于屈光不正中,测量视网膜厚度的数值,为疾病的早期发现、早期治疗,提供光学依据,但目前儿童中却运用较少。光学相干断层扫描不仅可以揭示视网膜的结构改变,而且可以从侧面探索发病机制。本文主要从OCT测量视网膜厚度在近视及远视方面运用做一综述。

### 1 近视

近视是全球关注的焦点问题,预计到2020年近视的发病率将达70%,针对近视的发生和发展,学者们从1950年代即开始进行大量的临床和动物研究,探索近视的发病机制及延缓近视进展及治疗的有效途径。

**1.1 黄斑中心凹视网膜厚度** 黄斑厚度是评估和监测黄斑疾病的关键,而黄斑疾病如黄斑水肿和黄斑变性都将严重影响中心视力,所以动态检测黄斑的厚度能有效评估疾病的预后情况。光学相干断层扫描技术是一种无创的成像方式,可用于客观评价视网膜中央的形态及视网膜黄斑

中心凹的厚度<sup>[1]</sup>,所以 OCT 的应用不仅使视网膜可视化,而且可以量化,对于屈光不正的患者,我们可以测量视网膜的厚度,动态观察视网膜的厚度变化,对于疾病的早期发现、早期诊断和治疗具有重要意义。研究发现近视的程度将影响黄斑中心凹的厚度。夏哲人等<sup>[2]</sup>研究发现高度近视组在黄斑外环区颞侧、上方及下方区域的平均厚度分别为 276、294、285 $\mu\text{m}$ ,低于正常对照组( $P<0.05$ );低度近视组及中度近视组在黄斑外环区上方平均厚度分别 302、301 $\mu\text{m}$ ,两组在黄斑外环区下方平均厚度分别为 282、283 $\mu\text{m}$ ,均低于正常对照组( $P<0.05$ )。近视患者中央 1mm 区域、内环上方区域、外环颞侧及上方区域,黄斑厚度与等效球镜度正相关( $P<0.05$ )。李娜等<sup>[3]</sup>研究 122 例除视盘旁近视弧外无其他眼部异常的近视患者,等效球镜度数 $-1.50\sim-15.25(-6.18\pm 2.61)\text{D}$ ,发现受检者黄斑中心凹视网膜厚度与年龄及眼轴长度均不相关。旁中心各区域视网膜厚度与年龄不相关,与眼轴长度呈负相关,鼻侧内圈除外;随眼轴增长,外圈视网膜厚度较内圈变薄明显,说明随着近视眼眼轴长度增加,除黄斑中心凹视网膜厚度无变化外,旁中心视网膜厚度呈变薄趋势,且外圈变薄较内圈明显。

同时,也有学者研究发现,在 18~27 岁的不同程度近视的青少年中,中度近视的黄斑内环和外环均比正视及低度近视者薄,但是高度近视的黄斑中心凹的视网膜厚度变厚<sup>[4-5]</sup>,近视的程度与黄斑中心凹的厚度仍有争议。一般认为高度近视导致视网膜和脉络膜萎缩是黄斑中心凹变薄的原因,而黄斑的内界膜与后部的玻璃体牵拉是黄斑中心凹变厚的原因。但更多的结论倾向于高度近视者黄斑区视网膜普遍变薄。这些研究都可以说明,虽然近视早期暂未引起眼底的病变,但是黄斑的视网膜厚度已经开始变化,所以我们关注黄斑厚度是具有重大意义的。

**1.2 脉络膜厚度** 脉络膜是一层存在于视网膜与巩膜之间,含有丰富的血管和色素上皮细胞,可以提供氧气和营养给色素上皮层,除此之外,脉络膜有助于视神经前部的血液供应,所以有些近视眼、青光眼的患者脉络膜循环障碍而导致视网膜循环障碍引起视力丧失。因此,脉络膜的厚度成为研究视力低下的一个重要参数。随着光学技术的发展,很难想象脉络膜的厚度很大程度上是取决于颗粒细胞和色素上皮层产生的光散射。到目前为止,吲哚青绿血管造影<sup>[6]</sup>是涉及脉络膜循环解剖疾病的最佳诊断方法,它具有良好的渗透性,使脉络膜血管可视化,但它不能提供以量化的指标,随着技术的发展,脉络膜的图像逐渐改善,尤其是 OCT 的使用,使得脉络膜的图像更精确、更具体<sup>[7-13]</sup>。

最新的研究证实,不同程度的近视与脉络膜的厚度是紧密相关的。研究发现<sup>[7]</sup>,大多数高度近视的病变早期表现为脉络膜的变化,因此,脉络膜的厚度可能是研究高度近视最重要的参数。郝军生等<sup>[14]</sup>用 OCT 检测中轻度近视的青少年散瞳前后的黄斑中心凹下脉络膜的厚度变化,表明使用复方托吡卡胺散瞳后脉络膜变薄。该技术可以无创地、直观地观察药物对活体组织作用引导的细微变化。

曾婧等<sup>[15]</sup>研究观察中国人黄斑区脉络膜厚度(CT)选取 180 名志愿者 360 眼,年龄 20~85 岁,同时,再将志愿者分为 $<60$ 岁和 $\geq 60$ 岁组。采用海德堡领域光相干断层扫描的加强厚度成像(EDI)技术,以长度为 8.8mm 的扫描线段对后极部黄斑中心凹行 $0^\circ$ 和 $90^\circ$ 方位扫描,测量中心凹下 CT 值;同时测量离中心凹处 1、3mm 处上方(S)、下方(I)、颞侧(T)、鼻侧(N)的 CT 值,分别标记为 S1mm、I1mm、T1mm、N1mm、S3mm、I3mm、T3mm、N3mm。观察不同方位、性别、眼别及年龄组受检者间 CT 的变化情况。对比分析 $<60$ 岁和 $\geq 60$ 岁组 CT 与年龄、屈光度的相关性。结果表明,受检者中心凹下平均 CT 值为 $262.78\pm 84.38\mu\text{m}$ 。S1mm、I1mm、T1mm、N1mm、S3mm、I3mm、T3mm、N3mm 平均 CT 值分别与中心凹下 CT 值比较,除 S1mm、T1mm 方位间差异无统计学意义外( $P>0.05$ ),其余方位间差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。中国人黄斑区脉络膜厚度 CT 值为 $262.78\pm 84.38\mu\text{m}$ 。屈光度是年龄小于 60 岁者的主要影响因素,而年龄大于 60 岁者主要影响因素却是年龄。黄柏双<sup>[16]</sup>应用频域光学相干断层扫描对近视脉络膜厚度的研究表明,高度近视组的脉络膜厚度比低度近视组的脉络膜厚度要薄。各方位平均脉络膜厚度和屈光度、眼轴长度、上方、下方、鼻侧 RNFL 厚度具有显著相关性( $P<0.05$ )。脉络膜厚度和屈光度及眼轴具有显著相关性。Wang 等<sup>[17]</sup>关于脉络膜与高度近视的研究分析表明,在中国人群中高度近视的脉络膜比正常屈光状态的要薄,这可能与眼轴长相关,但是这不是一个独立的因素,脉络膜的新生血管及黄斑病变可能也与脉络膜变薄相关。研究发现在高度近视的脉络膜比正常屈光状态的人的脉络膜要薄,但是,这些都没有将潜在的复杂因素考虑进去,如眼轴长度及屈光矫正的情况等,这些因素可能与脉络膜变薄呈现负相关<sup>[18-20]</sup>。大多研究支持高度近视的脉络膜比正常的屈光的要薄,这可能与眼球过分的轴向拉伸使脉络膜、视网膜及巩膜均变薄有关。但是,我们不能找到潜在因素,如眼轴、屈光状态、年龄、性别这些都可能相关。Chen 等<sup>[21]</sup>做了眼轴与高度近视脉络膜厚度的相关分析,发现是其影响因素,但不是唯一因素。Zhang 等<sup>[22]</sup>的研究表明,脉络膜的变薄及晶状体的变厚可能是导致近视加深的条件,研究发现,低度近视有着相对较厚的脉络膜但较薄的晶状体,而高度近视脉络膜变薄及较厚的晶状体,中高度近视的脉络膜最厚区跟低度近视的脉络膜最厚区相比更偏周边,这与中高度近视脉络膜最厚区逐渐迁移远离黄斑区有关。而脉络膜变薄最迅速的是从低度到中度近视,但从中度向高度近视变化的时候,脉络膜变化则相对较小,目前的研究支持脉络膜的变薄在近视的发病机制中发挥了重要的作用。这些发现将有助于近视眼的发病机制的进一步研究。

**1.3 神经纤维层厚度** 神经纤维层是存在于视网膜由内向外第二层,位于内界膜和神经节细胞层之间,主要由神经节细胞的轴突所组成,还有传出纤维、Müller 细胞、神经胶质细胞和视网膜血管。而青光眼主要引起视网膜神经节细胞轴索的丧失。青光眼是可以引起致盲的眼病,而

OCT已经被证明可用于4岁儿童诊断青光眼的工具<sup>[23]</sup>。这对于我们早发现、早诊断、早治疗提供临床依据。

研究发现<sup>[1]</sup>,高度近视视网膜神经纤维层厚度在颞侧区域比正常对照组厚,而在其余6个区域均比对照组薄( $P<0.05$ )。既往也有不少报道发现,高度近视患者颞侧视网膜神经纤维层变厚,而上方、下方及鼻侧均变薄。这或许是由于后极部黄斑乳头束的存在使视网膜神经纤维层随眼轴增长发生了重新分布,距离黄斑较远的上方、下方及鼻侧被拉伸延长,而靠近黄斑一侧由于补偿作用反而增厚。国内外的一些研究发现,正常成年人中视网膜神经纤维层的厚度不同年龄组有差异,但是,年龄与视网膜神经纤维厚度的关系仍不明确<sup>[24]</sup>。因为随着眼轴的增长所致的黄斑视网膜神经上皮厚度的改变,可能是导致高度近视黄斑变性的病理基础。研究发现,儿童中高度近视者中视网膜神经纤维层厚度较轻度近视者薄,但是,未将年龄对其影响因素考虑入内,因此,我们推测不同程度近视儿童的视网膜神经纤维层的厚度是与年龄、屈光等相关的。

## 2 远视

远视是指在调节完全放松情况下,平行光线通过研究屈光系统成像在视网膜之后的一种屈光状态。在儿童期常见,由于眼轴过短、眼球发育过缓,易引起儿童低视力,常常伴有弱视存在。光学相干断层扫描技术能动态观察视网膜厚度变化,评估治疗效果,具有重要意义。

**2.1 黄斑中心凹视网膜厚度** 徐洪超等<sup>[25]</sup>研究发现,黄斑中心区厚度弱视组比正常对照组厚,差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。黄斑周围区内环弱视组鼻侧视网膜厚度与正常对照组鼻侧比较差异有统计意义( $P<0.05$ ),弱视组颞侧及上、下方视网膜厚度分别与正常对照组比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。而黄斑周围外环各区视网膜厚度弱视组和正常对照组相比,差异均无统计意义。弱视程度与远视屈光度有关<sup>[26]</sup>,按年龄分组时发现黄斑部视网膜神经上皮厚度除中心凹外其余各区域均差异无统计学意义,且黄斑中心凹厚度随年龄增长而增长,弱视可能延迟了黄斑部细胞发育、分化。弱视是影响儿童视力的最常见原因,而通过弱视治疗后视网膜的厚度会变化,这就说明视网膜厚度的变化是处于动态的过程,可以作为治疗前后的观察治疗。

**2.2 脉络膜厚度** 研究发现<sup>[27]</sup>,远视儿童弱视组、非弱视组黄斑中心凹下脉络膜厚度均比正常组厚,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),远视组性别、年龄、等效球镜、黄斑中心凹处视网膜厚度与黄斑中心凹下脉络膜厚度之间差异无统计学意义( $r=0.143、-0.044、0.189、0.199、0.018、P>0.05$ ),远视性屈光不正儿童的黄斑中心凹下脉络膜厚度比同年龄段正常视力儿童厚。徐洋涛等<sup>[28]</sup>关于脉络膜的厚度与屈光的相关研究发现,脉络膜厚度与屈光度呈正相关,屈光度越偏向正值,脉络膜厚度值越大;而屈光度向负值增加-1D,脉络膜厚度则减少约20 $\mu\text{m}$ 。眼轴越长,脉络膜厚度值越下降。

**2.3 神经纤维层厚度** 发现远视性弱视儿童视网膜神经纤维层的厚度较正常儿童的厚<sup>[29-30]</sup>,而黄斑中心凹的视

网膜厚度没有统计学意义。同时,轻度弱视眼和中度弱视眼视盘周围神经纤维厚度均较正常眼增厚,且差异有统计学意义( $P<0.05$ );黄斑中心凹视网膜厚度显著没有统计学意义。因此,我们推断远视性弱视对于视网膜的影响在视盘周围的视网膜,而不是黄斑。

## 3 展望

总之,屈光不正与脉络膜厚度、视网膜神经纤维层厚度的相关性已经基本断定,不同程度的屈光不正对脉络膜的厚度、视网膜神经纤维层的厚度影响也有差异,尽管国内外有不少学者在关注近视的发病机制及带来一系列眼底病变,也做了大量高度近视对于脉络膜厚度等光学特征的影响,但是多是停留在表面的观察,且研究的侧重点为青少年(16岁后),甚至中老年人,极少有学者单纯以儿童作为研究对象,而一旦进入学龄期,随着生长发育近视度数可能迅速变化。此外,视网膜神经纤维层的厚度和黄斑中心凹的厚度两者无明显相关性,未来在这个儿童领域一定会有更多更深的研究,但是在成人中两者的相关性已经明确<sup>[31-32]</sup>。OCT可以被用于纵向研究人体视神经传导障碍缺陷,横向研究年龄与视网膜黄斑中心凹的厚度,使我们更深入研究近视发生机制及采取及时预防措施提供依据,这将会有跨时代的意义。

## 参考文献

- 1 Soliman W, Sander B, Jørgensen TM. Enhanced optical coherence patterns of diabetic macular oedema and their correlation with the pathophysiology. *Acta Ophthalmol Scandinavica* 2007;85(6):613-617
- 2 夏哲人,应靖璐,张佳,等. 三维光学断层扫描在检测近视儿童黄斑及视网膜神经纤维层厚度中的应用. *中华医学杂志* 2013;93(45):3573-3576
- 3 李娜,廖华萍,俞方知,等. 近视眼黄斑区视网膜厚度的研究. *眼科研究* 2008;26(6):436-438
- 4 赵桂玲,庞燕华,周舟,等. 黄斑 OCT 与近视. *中华实用眼科杂志* 2014;6(32):735
- 5 Wu PC, Chen YJ, Chen CH, et al. Assessment of macular retinal thickness and volume in normal eyes and highly myopia eyes with third-generation, optical coherence tomography. *Eye (Lond)* 2008;22(4):551-555
- 6 Yasushi I, Yasuo T. Retinal and choroidal biometry in highly myopic eyes with spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50(8):3876-3880
- 7 Saw SM, Gazzard G, Shih-Yen EC, et al. Myopia and associated pathological complication. *Ophthalmic Physiol Opt* 2005;25(9):381-391
- 8 Hirooka K, Tenkumo K, Fujiwara A, et al. Evaluation of peripapillary choroidal thickness in patients with normal-tension glaucoma. *BMC Ophthalmol* 2012;12(29):29-35
- 9 Ikuno Y, Tano Y. Retinal and choroidal biometry in highly myopic eyes with spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009;50(8):3876-3880
- 10 Hamzah F, Shinjima A, Mori R, et al. Choroidal thickness measurement by enhanced imaging and swept-source optical coherence tomography in central serous chorioretinopathy. *BMC Ophthalmol* 2014;14(145):145-150
- 11 Zhou M, Wang W, Ding X, et al. Choroidal thickness in fellow eyes of

- patients with acute primary angle-closure measured by enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(3):1971-1978
- 12 Huang W, Wang W, Zhou M, *et al.* Peripapillary choroidal thickness in healthy Chinese subjects. *BMC Ophthalmol* 2013;13(23):23-27
- 13 Zhou M, Wang W, Huang W, *et al.* Is increased choroidal thickness association with primary angle closure? *Acta Ophthalmol* 2014;92(11):e514-520
- 14 郝军生,王心凤. 频域光学相关断层扫描图像增强技术检测轻度近视青少年散瞳前后黄斑中心凹下脉络膜厚度的变化. *中华眼视光学与视光科学杂志* 2013;15(10):624-627
- 15 曾婧,丁晓燕. 中国人黄斑区脉络膜厚度值及其影响因素分析. *中华眼底病杂志* 2011;27(5):450-453
- 16 黄柏双. 应用频域光学相干断层扫描对近视神经纤维膜厚度和脉络膜厚度的研究. 浙江大学 2014
- 17 Wang SM, Wang Y. Choroidal thickness and high myopia: across-sectional study and meta-analysis. *BMC Ophthalmol* 2015;15(70):70-76
- 18 Ohsugi H, Ikuno Y, Oshima K, *et al.* 3-D choroidal thickness maps from EDI-OCT in highly myopic eyes. *Optom Vis Sci* 2013;90(6):599-606
- 19 Hirata M, Tsujikawa A, Matsumoto A, *et al.* Macular choroidal thickness and volume in normal subjects measured by swept-source optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(5):4971-4978
- 20 郝军生. 远视性屈光不正儿童黄斑中心凹下脉络膜厚度研究. *中国实用眼科杂志* 2014;32(11):1333-1337
- 21 Chen W, Song H, Xie S, *et al.* Correlation of macular choroidal thickness with concentrations of aqueous vascular endothelial growth factor in high myopia. *Curr Eye Res* 2015;40(3):307-313
- 22 Zhang Q, Neitz M, Neitz J, *et al.* Geographic mapping of choroidal thickness in myopic eyes using 1050nm spectral domain optical coherence tomography. *J Innov Opt Health Sci* 2015;8(4):1550012
- 23 El-Dairi MA, Holgado S, Asrani SG, *et al.* Correlation between optical coherence tomography and glaucomatous optic nerve head damage in children. *Br J Ophthalmol* 2009;93(10):1325-1330
- 24 林巧雅,李学喜,黄雪丽,等. 高度近视黄斑部视网膜神经纤维层厚度的分区测量研究. *国际眼科杂志* 2010;10(6):10-16
- 25 徐洪超,管学刚,李文静,等. 弱视眼黄斑区视网膜厚度的光学相干扫描. *国际眼科杂志* 2013;13(8):1669-1671
- 26 王熹,沈伟. 弱视患儿黄斑部 OCT 分析. *中国实用眼科杂志* 2014;32(3):277-281
- 27 Maul EA, Friedman DS, Chang DS, *et al.* Choroidal thickness measured by spectral domain optical coherence tomography: factors affecting thickness in glaucoma patients. *Ophthalmology* 2011;118(8):1571-1579
- 28 徐洋涛,刘泉,杜嗣河,等. 青少年黄斑中心凹下脉络膜厚度与屈光度的关联性分析. *中华实验眼科杂志* 2014;32(6):546-550
- 29 汪春玉. 远视性弱视儿童视盘周围视网膜神经纤维层厚度与黄斑中心凹厚度的变化. *中国实用神经病杂志* 2015;18(2):92-94
- 30 赵玲. 儿童远视性弱视视网膜神经纤维层厚度分析. *中国斜视与小儿眼科杂志* 2013;23(2):23-25
- 31 Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, *et al.* Evaluation of retinal nerve fiber layer, optic nerve head, and macular thickness measurements for glaucoma detection using optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2005;139(1):44-55
- 32 Manasia D, Voinea L, Vasincă ID, *et al.* Correlation between macular changes and the peripapillary nerve fiber layer in primary open angle glaucoma. *J Med Life* 2014;7(1):55-59