

DRI-OCT 联合 IOL Master 500 测量近视儿童脉络膜厚度及眼轴长度

杨晓莉,张桂阳,杨倩,陶仕龙

引用:杨晓莉,张桂阳,杨倩,等. DRI-OCT 联合 IOL Master 500 测量近视儿童脉络膜厚度及眼轴长度. 国际眼科杂志, 2026, 26(1):125-128.

作者单位:(233500) 中国安徽省蒙城县第一人民医院眼科
作者简介:杨晓莉,女,毕业于浙江中医药大学,硕士,主治医师,研究方向:玻璃体视网膜疾病。
通讯作者:张桂阳,男,毕业于华中科技大学,本科,主任医师,副主任,研究方向:白内障、青光眼、玻璃体视网膜疾病. 69923929@qq.com

收稿日期:2025-06-15 修回日期:2025-12-01

摘要

目的:探讨深度光相干断层扫描(DRI-OCT)联合 IOL Master 500 在测量近视儿童脉络膜厚度及眼轴长度(AL)中的应用,并分析脉络膜厚度与 AL 的关系。

方法:前瞻性研究。选取 2021 年 8 月至 2024 年 8 月收治近视儿童 210 例 210 眼(双眼近视程度不一致时,选择严重眼入组;双眼近视程度一致时,选择右眼入组)。按照等效球镜度数(SE)分为低度近视组($-3.00\text{ D} < \text{SE} \leq -0.50\text{ D}$)82 例 82 眼,中度近视组($-6.00\text{ D} < \text{SE} \leq -3.00\text{ D}$)95 例 95 眼及高度近视组($\text{SE} \leq -6.00\text{ D}$)33 例 33 眼,同期选择 30 名 30 眼无近视($\text{SE} \geq -0.50\text{ D}$)的儿童作为对照组。使用 DRI-OCT 测量四组参与者的脉络膜厚度,使用 IOL Master 500 测量四组参与者的 AL。比较四组参与者不同方位脉络膜厚度及不同近视程度 AL 结果,分析不同方位脉络膜厚度与眼轴的相关性及影响脉络膜厚度的因素。

结果:四组参与者的年龄、性别、居住地比较均无差异(均 $P>0.05$),眼压、SE、AL、不同方位脉络膜厚度比较均有差异(均 $P<0.001$)。Pearson 法分析结果显示 AL 与脉络膜厚度均呈负相关(均 $P<0.001$),多元线性回归分析结果显示,眼压、SE、AL 是影响脉络膜厚度的影响因素(均 $P<0.001$)。

结论:DRI-OCT 联合 IOL Master 500 能够较好地检测脉络膜厚度及 AL,脉络膜厚度与眼压、SE 及 AL 水平相关。

关键词:深度光相干断层扫描(DRI-OCT);光学相干生物测量仪(IOL Master);儿童;近视;脉络膜厚度;眼轴长度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.1.22

Application of deep range imaging-optical coherence tomography combined with IOL Master 500 in measuring choroidal thickness and axial length in pediatric myopic patients

Yang Xiaoli, Zhang Guiyang, Yang Qian, Tao Shilong

Department of Ophthalmology, the First People's Hospital of Mengcheng County, Mengcheng 233500, Anhui Province, China
Correspondence to: Department of Ophthalmology, the First People's Hospital of Mengcheng County, Mengcheng 233500, Anhui Province, China. 69923929@qq.com

Received:2025-06-15 Accepted:2025-12-01

Abstract

• **AIM:** To investigate the application of deep optical coherence tomography (DRI-OCT) combined with IOL Master 500 in measuring choroidal thickness and axial length (AL) in pediatric myopic patients, and analyze the relationship between choroidal thickness and AL.

• **METHODS:** Prospective study. A total of 210 pediatric myopia patients (210 eyes) admitted between August 2021 and August 2024 were enrolled. Based on spherical equivalent (SE) measurements, they were categorized into a low myopia group ($-3.00\text{ D} < \text{SE} \leq -0.50\text{ D}$) comprising 82 cases (82 eyes), a moderate myopia group ($-6.00\text{ D} < \text{SE} \leq -3.00\text{ D}$) comprising 95 cases (95 eyes), and a high myopia group ($\text{SE} \leq -6.00\text{ D}$) comprising 33 cases (33 eyes). Concurrently, 30 children (30 eyes) without myopia ($\text{SE} \geq -0.50\text{ D}$) were selected as the control group. The choroidal thickness of four groups of children was measured with DRI-OCT, and the AL of four groups of children was measured with the IOL Master 500. Choroidal thickness at different positions was compared in four groups of children and with different degrees of myopia, and the correlation of choroidal thickness in different directions with AL, and factors affecting choroidal thickness were analyzed.

• **RESULTS:** There were no significant differences in age, gender, or place of residence among the four groups of participants (all $P>0.05$). Intraocular pressure, SE, AL, and choroidal thickness at different locations all showed significant differences (all $P<0.001$). Pearson correlation analysis revealed that AL negatively correlated with choroidal thickness (both $P<0.001$). The results of

multiple linear regression analysis indicate that intraocular pressure, SE, and AL are factors influencing choroidal thickness (all $P<0.001$).

• CONCLUSION: DRI-OCT combined with IOL Master 500 is able to detect choroidal thickness and AL well, in addition, choroidal thickness closely correlated with intraocular pressure, SE and AL levels.

• KEYWORDS: deep - range imaging optical coherent tomography(DRI-OCT); IOL Master; children; myopia; choroid thickness; axial length

Citation: Yang XL, Zhang GY, Yang Q. Application of deep range imaging-optical coherence tomography combined with IOL Master 500 in measuring choroidal thickness and axial length in pediatric myopic patients. Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci), 2026, 26(1): 125-128.

0 引言

近视是指眼睛在睫状肌放松状态下,平行光线经过眼球屈光系统后聚焦在视网膜前的屈光状态^[1]。现阶段,近视儿童逐渐增多,近视正逐渐成为全世界关注的公共卫生问题^[2-3]。我国儿童青少年的近视率较高,经调查全国范围内6-18岁儿童总体近视率超过50%,若缺少有效地干预,此比率将进一步升高^[4]。近视发生后较难发生逆转,也是致盲的一个重要原因^[5]。研究显示,脉络膜厚度会随着近视屈光度的增加而出现一定程度的变薄^[6]。眼轴长度(axial length, AL)作为眼生物学的一种重要参数,在近视监测、诊断及屈光发育预测方面十分重要^[7-8]。

光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)利用光学成像对眼部组织显微结构进行重复性的非侵入式断层成像,分辨率高^[9-10]。深度光相干断层扫描(deep range imaging -optical coherence tomography, DRI-OCT)可以用于检测脉络膜厚度。光学相干生物测量仪(IOL Master)能够测量患者的AL、前房深度及角膜曲率等指标,能有效避免患者之间交互感染,辅助医师准确评估患者的屈光度^[11-12]。在儿童近视进展中,AL测量无法完全反映眼内组织的代偿性变化,而传统的OCT测量脉络膜厚度时易受AL过长导致的信号衰减影响,DRI-OCT联合IOL Master联合能够填补AL与脉络膜厚度同步量化的临床空白。本研究通过比较四组参与者不同方位脉络膜厚度检测结果及AL的结果,分析脉络膜厚度与AL之间的关系及影响脉络膜厚度的因素。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性研究。选取2021年8月至2024年8月收治近视儿童210例210眼(双眼近视程度不一致时,选择严重眼入组;双眼近视程度一致时,选择右眼入组)。按照等效球镜度数(SE)分为低度近视组($-3.00\text{ D}<\text{SE}\leq -0.50\text{ D}$)82例82眼,中度近视组($-6.00\text{ D}<\text{SE}\leq -3.00\text{ D}$)95例95眼及高度近视组($\text{SE}\leq -6.00\text{ D}$)33例33眼,同期选择30名30眼无近视($\text{SE}\geq -0.50\text{ D}$)的儿童作为对照组。纳入标准:(1)年龄10-16岁;(2)意识清晰,能配合完成相关检查。排除标准:(1)存在引起视力低下的其他眼部疾病;(2)伴随眼部急性或慢性疾病;(3)伴随精神疾病不能配合检查;(4)伴随严重的全身性疾

病。本研究通过伦理委员会的批准。所有参与者监护人均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 IOL Master 500 测量 AL 方法 在自然瞳孔状态下,受检者按要求取坐位,将其下颌置于下颌托上,注视仪器中的光标,随后检测医师调整仪器位置对焦受检者眼睛,使用手柄按键进行测量,记录AL数据。

1.2.2 DRI-OCT 测量脉络膜厚度方法 采用DRI-OCT测量受检者不同方位脉络膜厚度,包括黄斑中心凹处(F1)、颞侧1000 μm (T1)和3000 μm (T3),上方1000 μm (S1)和3000 μm (S3),下方1000 μm (I1)和3000 μm (I3),距黄斑中心凹鼻侧1000 μm (N1)和3000 μm (N3)。

所有检查均测量3次取平均值,同一设备检查均由同一位医师完成,所有受检者均双眼的测量。

统计学分析:采用SPSS25.0对数据进行分析,采用Shapiro-Wilk 检验计量资料的正态性,符合正态分布的计量资料使用 $\bar{x}\pm s$ 表示,多组间比较采用方差分析,组内两两比较行SNK- q 检验;计数资料使用 $n(\%)$ 表示,采用 χ^2 检验;采用Pearson 相关性分析脉络膜厚度与AL的相关性,多元线性回归分析影响脉络膜厚度的因素。以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 四组参与者一般资料比较 四组参与者的年龄、性别、居住地比较差异均无统计学意义($P>0.05$),眼压、SE、AL比较差异均有统计学意义($P<0.001$),见表1。

2.2 四组参与者不同方位脉络膜厚度比较 DRI-OCT 测量结果显示,四组参与者不同方位脉络膜厚度比较差异均有统计学意义($P<0.001$),进一步两两比较结果见表2。

2.3 所有参与者不同方位脉络膜厚度与 AL 的相关性 采用Pearson 法分析结果显示AL与不同方位脉络膜厚度均呈负相关($P<0.001$),见表3。

2.4 多元线性回归分析影响脉络膜厚度的因素 多元线性回归分析结果显示眼压、SE、AL是影响脉络膜厚度的影响因素($R^2=0.623, P<0.001$),见表4。

3 讨论

随着计算机及智能手机的普及,近视在儿童眼部疾病中较为常见,儿童近视的发病率逐渐升高。作为一个广受关注的公共卫生问题,近视约占全球总人口的一半,我国的儿童青少年近视患病率较高,据统计,全国儿童青少年的总体近视发病率已超过一半,所以近视的防控工作十分重要^[13]。研究显示,儿童近视会引发脉络膜损伤,导致患儿在成年期发生高度近视病变,严重情况会致盲,严重影响工作及日常生活,加重社会及家庭负担^[14]。脉络膜在视网膜功能的维持中发挥重要作用,研究发现在高度近视的发展过程中,脉络膜比视网膜更早发生组织学异常^[6]。儿童近视的影响因素有很多,包括生活方式、环境及遗传等。AL可评估眼球的发育情况,预测近视的发生^[15]。在儿童中,近视多数是由AL增长导致的,尽早发现并及时干预AL的异常变化能够更好地管理儿童近视。本研究通过比较四组参与者不同方位脉络膜厚度及AL的结果,并进一步分析脉络膜厚度与AL的关系。

脉络膜组织含有较多的血管,是视网膜主要的血液来源,近视能够引发脉络膜厚度的改变。研究显示,高度近

表 1 四组参与者一般资料比较

分组	例数 (眼数)	性别(例,%)		年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	居住地(例,%)		眼压 ($\bar{x}\pm s$,mmHg)	SE ($\bar{x}\pm s$,D)	AL ($\bar{x}\pm s$,mm)
		男	女		城市	农村			
对照组	30(30)	13(43.3)	17(56.7)	14.33±1.34	14(46.7)	16(53.3)	13.01±2.11	-0.31±0.18	23.08±0.28
低度近视组	82(82)	47(57.3)	35(42.7)	14.01±1.41	52(63.4)	30(36.6)	16.15±1.46 ^a	-1.35±0.72 ^a	24.67±0.34 ^a
中度近视组	95(95)	51(53.7)	44(46.3)	13.88±1.35	56(59.0)	39(41.1)	17.06±1.54 ^{a,c}	-4.45±0.86 ^{a,c}	24.86±0.35 ^{a,c}
高度近视组	33(33)	16(48.5)	17(51.5)	13.55±1.32	20(60.6)	13(39.4)	18.76±1.38 ^{a,c,e}	-8.47±1.01 ^{a,c,e}	25.57±0.33 ^{a,c,e}
χ^2/F		2.026		1.844	2.583		77.057	858.736	313.056
P		0.567		0.140	0.461		<0.001	<0.001	<0.001

注:低度近视组为-3.00 D<SE≤-0.50 D;中度近视组为-6.00 D<SE≤-3.00 D;高度近视组为 SE≤-6.00 D;对照组为 SE≥-0.50 D;
^a $P<0.05$ vs 对照组;^c $P<0.05$ vs 低度近视组;^e $P<0.05$ vs 中度近视组。

表 2 四组参与者不同方位脉络膜厚度比较($\bar{x}\pm s$, μm)

分组	眼数	F1	T1	T3	S1	S3
对照组	30	348.66±6.15	316.02±10.43	285.24±17.67	277.34±12.83	265.78±14.29
低度近视组	82	300.48±13.57 ^a	288.94±18.23 ^a	270.57±17.52 ^a	273.74±13.38 ^a	250.86±17.84 ^a
中度近视组	95	234.68±18.64 ^{a,c}	280.22±14.08 ^{a,c}	180.12±29.13 ^{a,c}	217.38±17.84 ^{a,c}	176.34±25.96 ^{a,c}
高度近视组	33	181.32±26.26 ^{a,c,e}	227.58±17.28 ^{a,c,e}	178.68±21.43 ^{a,c,e}	163.55±22.38 ^{a,c,e}	160.29±17.42 ^{a,c,e}
F		702.152	183.780	331.539	451.222	314.846
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

分组	眼数	N1	N3	I1	I3
对照组	30	267.71±16.73	180.95±23.96	284.08±11.64	264.03±14.13
低度近视组	82	262.36±15.25 ^a	164.04±29.05 ^a	269.92±12.42 ^a	247.05±17.89 ^a
中度近视组	95	182.26±26.15 ^{a,c}	145.55±21.32 ^{a,c}	211.66±20.68 ^{a,c}	174.19±23.58 ^{a,c}
高度近视组	33	160.55±21.87 ^{a,c,e}	105.82±16.37 ^{a,c,e}	180.68±21.46 ^{a,c,e}	159.48±25.77 ^{a,c,e}
F		343.826	64.078	353.793	303.127
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:低度近视组为-3.00 D<SE≤-0.50 D;中度近视组为-6.00 D<SE≤-3.00 D;高度近视组为 SE≤-6.00 D;对照组为 SE≥-0.50 D;
^a $P<0.05$ vs 对照组;^c $P<0.05$ vs 低度近视组;^e $P<0.05$ vs 中度近视组。

表 3 所有参与者不同方位脉络膜厚度与 AL 的相关性

统计值	F1	T1	T3	S1	S3
r	-0.572	-0.481	-0.642	-0.508	-0.611
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
95%CI	-0.653--0.476	-0.573--0.376	-0.709--0.559	-0.598--0.406	-0.685--0.525

统计值	N1	N3	I1	I3
r	-0.499	-0.579	-0.527	-0.609
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
95%CI	-0.590--0.393	-0.658--0.483	-0.615--0.426	-0.683--0.523

表 4 多元线性回归分析影响脉络膜厚度的因素

因素	β	SE	标准化 β	t	P	95%CI
常量	5.367	0.324		16.435	<0.001	4.726-6.018
眼压	-0.042	0.011	-0.394	-4.029	<0.001	-0.058--0.019
SE	-0.587	0.165	-0.326	-3.384	0.001	-0.897--0.237
AL	-0.124	0.008	-0.406	-5.034	<0.001	-0.265--0.084

视会引发脉络膜厚度变薄,而脉络膜厚度变薄不仅与近视程度负相关而且而且能够增加近视性眼底疾病发生风险^[16-17]。早期研究提出 OCT 的出现,对眼科领域产生较大影响,视网膜疾病的临床评估由此发生较大改变^[18]。方旺等^[19]使用 OCT 检测发现儿童近视患者黄斑中心脉络膜明显薄于正常眼。赵润泽等^[20]研究显示 OCT 作为一种

无创的眼科检查方法优于一般的眼底检查,使用 OCT 可提前发现视网膜神经元损伤情况,辅助临床预防高血压诱发的神经受损。唐冲等^[21]研究显示近视程度越深,脉络膜厚度及血流均降低,脉络膜是近视的重要生物标志物。本研究结果显示,相较于正常儿童,近视儿童不同脉络膜厚度降低,与唐冲等^[21]研究结果一致。AL 作为一种重要

生物学参^[22]。IOL Master 具有准确性高且为非接触性的特点^[23-24]。本研究结果显示,IOL Master 500 测量四组参与者 AL 均存在差异。

在儿童近视进展机制中,巩膜胶原纤维重塑,对附着于巩膜内表面的脉络膜产生被动拉伸力,脉络膜作为眼球内血供最丰富的组织,当其拉伸变薄时,血管网络会发生结构性损伤,引发血供减少,视网膜外层缺氧,进而反向影响脉络膜功能,放大损伤,此外,脉络膜位于巩膜与视网膜之间,直接承受眼压传导的机械力,眼压的升高导致脉络膜进一步变薄,血供在 AL 增长及眼压升高的双重作用下出现双重缺氧,近视情况进一步加重^[25-26]。本研究结果显示脉络膜厚度与 AL 呈现负相关,此外,多元线性回归分析发现,眼压、SE 及 AL 是脉络膜厚度的影响因素,表明联合检测脉络膜厚度及 AL 能更好地预测儿童近视的发展。

本研究为单中心样本研究,这限制了本研究结果的适用性,另外样本量较少,可能会减少结果的统计功效,后续将扩大样本量对结果进一步的深入分析。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:杨晓莉论文选题与修改,初稿撰写;杨倩、陶仕龙文献检索,数据分析;张桂阳选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] 张秀艳, 宋继科, 吴秋欣, 等. OCTA 在高度近视视网膜膜、脉络膜血流及厚度方面的研究进展. 中国中医眼科杂志, 2022,32(8): 648-651.

[2] He T, Yin L, Zheng Q, et al. Survey on pattern of myopia in school children in Hangzhou after the COVID-19 pandemic: a school-based vision screening study. BMC Public Health, 2024,24(1):1850-1860.

[3] 陈利, 刘波, 杨微, 等. 不同矫正方式对青少年单眼中低度近视的疗效观察. 局解手术学杂志, 2024,33(1):62-65.

[4] Lyu P, Hu J, Wang Y, et al. Impact of ophthalmic clinical service use in mitigating myopia onset and progression in preschool children: a retrospective cohort study. BMC Ophthalmol, 2024,24(1):221-230.

[5] 戚紫怡, 何鲜桂, 潘臣炜, 等. 上海地区 6~8 岁儿童近视前期流行病学调查. 中国学校卫生, 2022,43(9):1314-1318.

[6] 吉艳艳, 李忠庆, 王甲, 等. 青少年不同类型非病理性高度近视脉络膜厚度及其影响因素分析. 中华眼底病杂志, 2022,38(6): 462-467.

[7] Rizzieri N, Facchin A. Comparison of Eye Axial Length Measurements Taken Using Partial Coherence Interferometry and OCT Biometry. Vision (Basel), 2024,8(3):46-54.

[8] Yang CN, Chen WL, Yeh HH, et al. Convolutional Neural Network-Based Prediction of Axial Length Using Color Fundus Photography. Transl Vis Sci Technol, 2024,13(5):23-32.

[9] Cnaany Y, Lender R, Chowers I, et al. An automated process for bulk downloading optical coherence tomography scans. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2024,262(7):2145-2151.

[10] 张海燕, 李洪霞, 单石蕾, 等. OCT 测量脉络膜厚度在学龄儿童近视进展中的研究. 中国斜视与小儿眼科杂志, 2024,32(4):24-26,后插 1.

[11] Pathak M, Sahu V, Kumar A, et al. Current Concepts and Recent Updates of Optical Biometry—A Comprehensive Review. Clin Ophthalmol. 2024,18(1):1191-1206.

[12] Lin PM, Xu J, Miao A, et al. A comparative study on the accuracy of IOL calculation formulas in nanophthalmos and relative anterior microphthalmos. Am J Ophthalmol, 2023,245:61-69.

[13] 李冰晴, 张丰菊. 近视眼儿童相关干眼的研究进展. 中华眼科杂志, 2024,60(2):193-199.

[14] Hou XW, Yang JL, Li DL, et al. Machine Learning-Based Integration of Metabolomics Characterisation Predicts Progression of Myopic Retinopathy in Children and Adolescents. Metabolites, 2023,13(2):301-317.

[15] 姬珩靓, 吕梁, 关丽珂, 等. 青少年近视程度与眼轴长度和角膜曲率半径及轴率比的相关性. 国际眼科杂志, 2025,25(10): 1678-1682.

[16] Deng J, Xu X, Pan CW, et al. Myopic maculopathy among Chinese children with high myopia and its association with choroidal and retinal changes: the SCALE-HM study. Br J Ophthalmol, 2024,108(5): 720-728.

[17] Jiang Z, Hou A, Zhang T, et al. Pattern of choroidal thickness in early-onset high myopia. Front Med (Lausanne), 2023,10(1):1156259-1156268.

[18] Nissen AHK, Vergmann AS. Clinical Utilisation of Wide-Field Optical Coherence Tomography and Angiography: A Narrative Review. Ophthalmol Ther, 2024,13(4):903-915.

[19] 方旺, 钟晖, 何莉. 光学相干断层扫描在儿童近视眼脉络膜厚度中的研究. 系统医学, 2021,6(21):13-16.

[20] 赵润泽, 孙小佳, Melba Marquez Hernandez, 等. 光学相干断层成像评估高血压性视网膜病变神经元损伤应用价值的研究. 中国全科医学, 2024,27(9):1082-1087.

[21] 唐冲, 计岩, 黄凡凡, 等. 基于 SS-OCTA 的成年近视患者黄斑区脉络膜厚度和血流特点的观察. 重庆医科大学学报, 2025,50(1): 80-87.

[22] 黄洋轶, 沈阳, 韩田, 等. 国产与进口光学相干原理的眼生物测量仪测量儿童青少年眼轴长度的对比研究. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2022,22(4):385-389.

[23] 田国川. 超声生物显微镜、IOL Master700 和 Pentacam HR 在 ICL 术前眼部生物测量中的一致性评价. 临床医学研究与实践, 2023,8(11):106-109.

[24] 唐浩英, 张跃红, 黄丹菊, 等. IOL Master 联合 A 超在白内障超声乳化联合人工晶状体植入术中的应用. 局解手术学杂志, 2023,32(3):238-241.

[25] Sun Y, Sha YR, Yang J, et al. Collagen is crucial target protein for scleral remodeling and biomechanical change in myopia progression and control. Heliyon, 2024,10(15):35313-35324.

[26] Živković MIJ, Lazić L, Zlatanovic M, et al. The influence of myopia on the foveal avascular zone and density of blood vessels of the macula—an OCTA study. Medicina, 2023,59(3):452-462.