

学龄儿童眼球后极部脉络膜厚度及相关因素分析

王丹阳^{1,2}, 谭倩², 秦嘉敏³, 郭惠宇¹, 矫操¹, 张亮², 钟兴武¹

(1.中山大学中山眼科中心海南眼科医院(海南省眼科医院)/海南省眼科学重点实验室,海南 海口 570311;

2.中山大学附属第七医院,广东 深圳 518000; 3.香港理工大学眼视光学院,香港 999077)

摘要:【目的】探讨岭南地区学龄儿童黄斑中心凹及周围3 mm范围内脉络膜厚度的变化以及相关影响因素。【方法】招募2017年1月1日至2018年6月1日就诊于海南省眼科医院的健康学龄儿童195人,测量眼轴(AXL)、黄斑中心凹下脉络膜厚度(SFCT)以及黄斑中心凹上方、下方、鼻侧、颞侧1 mm及3 mm脉络膜厚度。根据等效球镜度(SE)分为远视组、正视组及低中高度近视组,比较各组黄斑区不同位点脉络膜厚度分布。跟踪观察香港特区新界东华三院马锦灿纪念小学二年级同学45人,根据儿童屈光状态分为近视组(基础SE<-0.25D或者1年后SE<-0.25D)和正视远视组(基础SE和1年后SE均 $\geq$ -0.25D),比较1年前后黄斑区不同位点脉络膜厚度变化,并研究其变化与SE、眼轴改变的相关性。【结果】7~16岁学龄儿童脉络膜厚度在黄斑中心凹下为(SF)250(204~314) μ m,以黄斑中心凹为中心向鼻侧和下方变薄,向颞侧和上方变厚,最薄点位于鼻侧3 mm处,最厚位于颞侧1 mm处,随近视度数增加,黄斑区各测量点脉络膜厚度均有不同程度变薄,且黄斑中心凹及周围1 mm处脉络膜变薄较周边更加显著(成组秩和检验, $P < 0.05$)。45名香港小学生随访1年后观察结果显示被检儿童各测量点脉络膜厚度与一年前比较均有不同程度的减少(配对 t 检验, $P < 0.05$)。近视组与正视远视组比较AXL增长、SE减少明显,SFCT和周围各点脉络膜厚度减少均大于正视远视组,差异有统计学意义(成组秩和检验, $P < 0.05$)。【结论】学龄儿童的后极部黄斑区的脉络膜厚度呈现不均匀分布,黄斑中心凹下脉络膜厚度较周边脉络膜厚度对近视的发展更为敏感。

关键词:近视;脉络膜厚度;纵向研究;横断面研究

中图分类号:R778

文献标志码:A

文章编号:1672-3554(2020)01-0103-09

Observation on Choroidal Thickness of School-aged Children and Relevant Factors

WANG Dan-yang^{1,2}, TAN Qian², CHUN Ka Man³, GUO Hui-yu¹, JIAO Cao¹, ZHANG Liang²,
ZHONG Xing-wu¹

(1. Hainan Eye Hospital, ZhongShan Ophthalmic Center, Sun Yat-Sen University, Hainan Key Laboratory of Ophthalmology, Haikou 570311, China; 2. The Seventh Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Shenzhen 518000, China; 3. School of Optometry, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong 999077, China)

Correspondence to: ZHONG Xing-wu; E-mail: xingzh88@126.com

Abstract: 【Objective】To observe macular choroidal thickness and topographical variation in Chinese healthy and myopic children and to investigate the correlated factors. 【Methods】A total of 196 myopic children treated at Hainan Province Eye Hospital were selected and divided into hyperopia, emmetropia, low, moderate and severe myopia groups according to their spherical equivalents (SE). Axial length (AXL), subfovealchoroidal thickness (SFCT) and 1 mm, 3 mm nasal, temporal, superior, and inferior to the fovealchoroidal thickness were recorded. Forty-five students from Tung Wah Group of Hospital's MA Kam Chan Memorial Primary School in Hong Kong were also recruited in this 1-year

收稿日期:2019-09-03

基金项目:海南省自然科学基金(817336,817367)

作者简介:王丹阳,博士研究生,主治医师,研究方向:儿童近视防治,角膜屈光手术,E-mail:115143466@qq.com;钟兴武,通信作者,教授,主任医师,研究方向:屈光不正及屈光手术,E-mail: xingzh88@126.com

longitudinal study. Children were grouped to myopic group and emmetropic or hyperopic group according to SE, thickness changes of choroid were compared among children with or without myopic shift. The correlation among choroidal SE, and AXL variations were also investigated. 【Results】 Mean SFCT was 250 (204~314) μm . The choroid was thinner at the nasal and inferior sectors, the thinnest being at 3mm nasal to the fovea, and the thickest at 1mm temporal to the fovea. Choroidal thickness in all orientations became thinner with progressively descending refractive degree. SFCT and 1 mm around fovea decreased most compared with other surrounding directions in all groups (Kruskal-Wallis test, $P < 0.05$). The choroidal thickness in subfovea and other sectors got thinned after 1 year follow-up time (Pair t test, $P < 0.05$). The variation of the choroidal thickness in fovea and surrounding positions was positively correlated with the change of SE and negatively related to the change of the AXL. The myopic group had a faster descent of SE and a faster growth of AXL than the emmetropic or hyperopic group. SFCT and surrounding choroidal thickness showed a progressive descent in the myopic group, but a slight decrease in the emmetropic or hyperopic groups. 【Conclusions】 There is significant topographic variation of choroidal at different regions of the macular. The choroidal thickness decreases faster in myopes. SFCT is more sensitive to myopic progression compared with surrounding regions.

Key Words: myopia; choroidal thickness; longitudinal study; cross-sectional study

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2020, 41(1): 103-111]

近视是目前全球面临的主要公共卫生问题之一。中国儿童青少年近视率居高不下、不断攀升,近视低龄化、重度化日益严重,已成为关系国家和民族未来的大问题^[1],但目前近视的发病机制仍在进一步探索中。脉络膜是位于视网膜与巩膜之间的一层富含血管的组织,它在营养视网膜、调节视网膜营养代谢等方面发挥着重要作用^[2-4]。既往研究发现在正视化的过程中脉络膜可以通过自身调节以及释放相关的生长因子调控巩膜的生长^[5-6],动物研究也证明给予光学离焦后会有明显的脉络膜厚度(choroidal thickness, CT)改变,提示脉络膜可能参与调控近视的发生发展^[5-8],可能可以通过对CT的观察来预测近视的发展。黄斑中心凹下CT与近视度数存在相关性,目前国外大多数研究表明黄斑中心凹下CT与近视度数存在相关性^[9-11],以横断面研究偏多,但国内相关研究较少。近视的发生发展规律存在种族差异,脉络膜的结构特征也有种族差异^[12-13],周边CT变化也有可能影响近视的进展^[14]。另外,虽然存在争议,但是年龄在脉络膜厚度变化中也有一定影响,随年龄增加眼轴增长,CT也会有相应生理性改变^[10, 15-16],单纯的横断面研究不能完全排除年龄的影响。因此有必要进行国内人群脉络膜厚度的纵向追踪研究并同时关注周边部脉络膜情况。因此,本研究采用横断面研究与纵向研究结合的方法,能更好的去除年龄等其他个体差异因素,动态地观察黄斑中心凹及周围3 mm范围内各方位脉络膜厚度

改变,进一步探讨近视相关的脉络膜厚度变化。

1 材料与方法

1.1 基本资料

本研究团队与香港理工大学眼视光学院联合研究,一部分横断面调查招募2017年1月1日至2018年6月1日就诊于海南省眼科医院的健康学龄儿童,一部分纵向追踪研究为香港特区新界东华三院马锦灿纪念小学2年级班同学。纳入标准:年龄6~18岁,双眼最佳矫正视力 ≥ 1.0 ,能配合眼科检查的健康或屈光不正少年儿童。排除标准:屈光不正以外的眼病及全身病,散光度数不超过2.00 D;既往眼外伤或眼部手术史;既往角膜塑形镜、渐进镜或接受其他近视治疗。纵向研究纳入标准为双眼最佳矫正视力 ≥ 1.0 ,能配合眼科检查的健康或屈光不正少年儿童。排除屈光不正以外的眼病及全身病,散光度数不超过2.00 D,排除既往眼外伤或眼部手术史,排除既往角膜塑形镜、渐进镜或接受其他近视治疗。

1.2 检查方法

所有被检者使用复方托吡卡胺滴眼液(美多丽)进行双眼睫状肌麻痹,每10 min 1次共3次,末次点眼10 min后检查瞳孔对光反射,对光反射消失后先行电脑验光(WAM-5500, Grand Seiko Co. Ltd, 日本)再行主觉验光,光学生物测量仪(IOL-master 500, Carl Zeiss Far East Co Ltd, 德国)测量

眼轴长度(每只眼测量5次取平均值)。运用光学相干断层扫描(Spectralis OCT, Heidelberg Engineering, 德国)测量脉络膜厚度,该项检查在暗室中完成(照度低于10 lux),排除周围环境干扰,测量前为矫正不同屈光度放大率对厚度测量的影响,输入屈光度矫正,采用增强深度成像(enhanced depth imaging, EDI)模式,对黄斑区进行3次9 mm的水平及垂直扫描(每幅图像均为100幅扫描图像叠加而成)。受试者采用坐位、内注视,检查者根据受试者注视情况调整焦点至图像清晰后在自动追踪模式下获取图像,所有图像质量>20 dB,测量时使用1:1 μm ,图像放大两倍模式,针对3次水平扫描及3次垂直扫描进行总共6次测量,取平均值。具体测量方法可参见作者另一篇相关论文^[17]。光学相干断层扫描检查完成后,由两名研究员测量黄斑中心凹下(SF)及鼻侧(N)、颞侧(T)1、3 mm,上方(S)、下方(I)1、3 mm 脉络膜厚度,测量者不被告知受试者一般信息和所测图像的时间点,且两名研究员在不同时间分别测量,测量结果计算组内相关系数(ICC),最终以两名研究员测量结果平均值纳入统计。为避免脉络膜厚度昼夜节律变化对研究结果的影响,所有检查均在上午10到12点完成。本研究所有检查均得到纳入儿童家长知情同意,并通过海南省眼科医院伦理委员会批准,纵向研究受试者在1年后重复以上眼部检查。

横断面研究及纵向研究所有检查及随访均由同一研究团队完成,确保检查和测量的一致性。横断面研究及纵向研究最终均使用右眼数据进行统计学分析。

1.3 统计学方法

采用SPSS 22.0进行统计分析,横断面研究测量数据经正态分布检验部分不符合正态分布,故以用中位数及四分位数间距 $M(P_{25}\sim P_{75})$ 表示,多组之间的不同位点的脉络膜厚度比较采用多组秩和检验(Kruskal-Wallis H 检验)。两名独立研究员脉络膜测量数据之间符合性采用组内相关系数(ICC)评估。纵向研究测量数据结果中一年前后的屈光度不符合正态分布,采用配对秩和检验,脉络膜厚度测量数据结果经正态分布检验服从正态分布,基础数据和1年后数据比较使用配对 t 检验,等效球镜变化、眼轴长度变化及脉络膜厚度变化的相关性采用秩相关检验(Spearman 检验),近视组等效球镜变化、眼轴长度变化及脉络膜厚度变化与正视远视组比较采用成组秩和检验(Mann-Whitney U)。以 $P<0.05$ 为具有统计学意义。

2 结 果

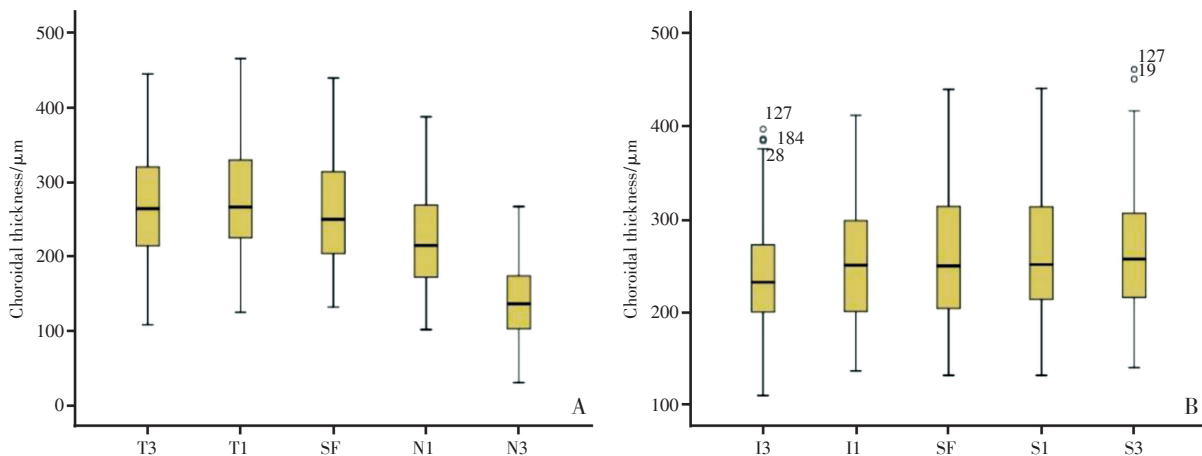
2.1 基本情况

海南省眼科医院共招募195名学龄儿童(详见表1),脉络膜厚度测量结果(图1)可见黄斑中心凹下(SF)250(204~314) μm ,中心凹上方1 mm(S1)251.33(214~313.67) μm ,中心凹上方3 mm(S3)257.33(216~306.67) μm ,中心凹下方1 mm(I1)250.67(201~298.67) μm ,中心凹下方3 mm(I3)232.33(200.33~272.67) μm ,中心凹颞侧1 mm(T1)266.67(225~330) μm ,中心凹颞侧3 mm(T3)264.33(214.33~320.67) μm ,中心凹鼻侧1 mm(N1)215(172~269.33) μm ,中心凹鼻侧3 mm(N3)

表1 总体人群基本情况
Table 1 Overview of total participants

$[M(P_{25}\sim P_{75})]$

Items	Properties
Male(n)	108
Female(n)	87
Age/years	11(8~13)
Axial length/mm	24.54(23.71~25.35)
Spherical degree/D	-3.5(-2~-0.75)
Cylinder degree/D	-0.25(-0.62~-0)
Spherical equivalent/D	-2.13(-3.75~-1)



Picture A showed choroidal thickness in horizontal direction and Picture B showed in vertical way. SF means subfoveal macular; T1, T3 refer to 1 mm and 3 mm temporal to the macular; N1, N3 are the location 1 mm and 3 mm nasal to macular respectively; I1 and I3 represent 1 mm and 3 mm inferior to macular respectively; S1 and S3 mean the location 1mm and 3 mm superior to macular respectively.

图1 后极部脉络膜厚度分布

Fig.1 Topographic changes of macular choroidal thickness

136.33 (102.67~174) μm ,以黄斑中心凹为中心向鼻侧和下方变薄,向颞侧和上方变厚,最薄点位于鼻侧3 mm处,最厚位于颞侧1 mm处(图1),两名研究者测量脉络膜厚度 ICC 为:SF:0.985, N1:0.988, N3:0.925, T1:0.997, T3:0.993, S1:0.974, S3:0.776, I1:0.931, I3:0.950,符合度良好。

2.2 不同屈光组黄斑区各方位脉络膜厚度比较

按等效球镜度数将受试者分为远视组($\text{SE} > 0.50 \text{ D}$),正视组($0.50 \text{ D} \geq \text{SE} > -0.50 \text{ D}$),低度近视组($-0.50 \text{ D} \geq \text{SE} > -3.00 \text{ D}$),中度近视组($-3.00 \text{ D} \geq \text{SE} > -6.00 \text{ D}$),高度近视组($\text{SE} \leq -6.00 \text{ D}$)。各分组年龄,等效球镜度数,眼轴长度,各象限脉络膜厚度见表2,各测量部位脉络膜厚度在不同屈光

分组中有显著差异,近视组脉络膜厚度少于正视、远视组,近视分组中,近视度数越高,各测量点脉络膜厚度越薄,详见表3。各屈光不正组后极部脉络膜分布一致性良好,基本为以黄斑中心凹为中心,由上方向下方,由颞侧向鼻侧脉络膜厚度逐渐减少分布。

2.3 纵向研究比较1年前后学龄儿童各方位脉络膜厚度变化

在香港马锦灿纪念小学2年级同学中选择符合纳入标准儿童共50人进行为期一年的随访,比较其屈光度数、眼轴长度和脉络膜厚度的变化。一年后完成随访人数为45人,失访率10%。招募儿童年龄(7.07 ± 0.25)岁,其中男22人,女23人,结

表2 各组人群年龄、等效球镜度及眼轴长度比较

Table 2 Comparison of age, SE, AXL among different degrees of myopia groups [M(P₂₅~P₇₅)]

Groups	n	Age/years	SE/D	AXL/mm
Hyperopia	13	7(7~7)	0.81(0.66~1.12)	22.3(22.2~23.1)
Emmetropia	27	7(7~7)	0.19(-0.06~0.41)	23.1(22.5~23.4)
Low myopia	87	12(10~13)	-1.8(-2.3~-1.3)	24.5(24.1~24.9)
Mild myopia	61	12(10~14)	-4.5(-5.2~-3.5)	25.5(24.7~26.0)
Severe myopia	7	13(11~13)	-6.5(-7.3~-6)	26.6(25.3~28.1)

表3 各组不同象限脉络膜厚度比较
Table 3 Topographic variations of choroidal thickness

 $[M(P_{25}\sim P_{75})]$

Groups	Hyperopia(<i>n</i> =13)	Emmetropia(<i>n</i> =27)	Low myopia(<i>n</i> =87)	Mild myopia(<i>n</i> =61)	Severe myopia(<i>n</i> =7)	<i>H</i>	<i>P</i>
SF	335.33 (298.08~384.25)	328.5 (276.42~355.92)	252 (217~291)	226 (185.83~264.51)	210 (177.43~236.05)	46.303	0.000
T3	330 (264.67~385.83)	323.67 (262.5~359.33)	262.33 (215.67~320)	241 (201.25~289.42)	186.8 (139.84~273.67)	25.231	0.000
T1	337.67 (307.33~372.83)	316.67 (285.17~376)	255 (230.33~321.67)	238.33 (198.75~290.75)	210.05 (197.06~288.18)	31.981	0.000
N1	290.5 (258.67~342.67)	263.33 (234.17~308.67)	211 (164.33~248)	183.67 (161.08~234.25)	176.4 (166.81~217.81)	32.735	0.000
N3	174.67 (134.17~217.83)	180 (149.83~208.83)	121 (98~164.33)	124.5 (96.42~154)	106.55 (101.34~136.75)	25.859	0.000
I3	271 (230.33~298.83)	276.67 (242.33~298.25)	224 (190.67~253)	212.67 (195.25~264.17)	177.45 (168.53~265.75)	17.138	0.002
I1	308.67 (274.83~341.5)	297 (259.83~345)	244 (198~279.33)	227.5 (190~276.5)	189.05 (174.53~295.92)	23.720	0.000
S1	344.33 (284.33~375)	320.33 (273.83~343.17)	247 (212~290.67)	226.5 (187.5~269.42)	199.56 (188.29~307.33)	32.719	0.000
S3	342.33 (293.17~368)	307.33 (251~350.17)	251.33 (207.67~292)	239.5 (206.33~280.08)	190.05 (149.09~280.09)	27.489	0.000

Kruskal-Wallis rank-sum test. SF means subfoveal macular; T1, T3 refer to 1mm and 3 mm temporal to the macular, N1, N3 are the location 1 mm and 3 mm nasal to macular respectively; I1 and I3 represent 1 mm and 3 mm inferior to macular respectively; S1 and S3 mean the location 1 mm and 3 mm superior to macular respectively.

果显示随访一年后儿童球镜度数降低,向近视方向发展,柱镜度数轻度降低,与一年前比较无统计学差异,眼轴长度与一年前比较增长,各测量点脉络膜厚度与一年前比较均有不同程度的减少,除颞侧及下方3 mm以外,各方位脉络膜厚度变薄均有统计学差异。其中黄斑中心凹下减少最为显著,减少了 $(28.19\pm 3.99)\mu\text{m}$,1 mm范围测量点脉络膜厚度较3mm范围脉络膜厚度减少多,提示眼球后极部生长速度较快(表4,图2)。

2.4 相关分析

眼轴长度变化与等效球镜度变化呈负相关($r = -0.609, P < 0.001$),即等效球镜越趋于近视,眼轴增长越多。中心凹鼻侧3 mm及下方1 mm和3 mm脉络膜测量点厚度变化与等效球镜度变化正相关,即等效球镜度越趋于近视,中心凹鼻侧和下方脉络膜厚度变薄越多。除中心凹颞侧3 mm和鼻侧3 mm外其他脉络膜测量点厚度变化均与眼轴长度变化呈负相关,即眼轴增加越多,脉络膜厚度减少越多。脉络膜各测量点之间互相正相关,即各测量点厚度变化趋势一致。

2.5 纵向研究中近视组及正视远视组脉络膜厚度变化

根据儿童屈光状态,将基础等效球镜度数

$< -0.25\text{ D}$,以及基础等效球镜度数 $\geq -0.25\text{ D}$ 但1年后等效球镜度数 $< -0.25\text{ D}$ 的儿童分为近视组($n = 13$),将基础等效球镜度数和1年后随访等效球镜度数均 $\geq -0.25\text{ D}$ 的儿童分为正视远视组($n = 32$)。对比等效球镜、眼轴长度以及脉络膜厚度一年之后的变化,结果提示近视组等效球镜度数降低显著大于正视远视组,近视组眼轴增长大于正视远视组($P < 0.001$),除鼻侧、颞侧3 mm外,脉络膜各测量点厚度减少均显著大于正视远视组(表5),差异均有统计学意义(Mann-Whitney U 检验, $P < 0.05$)。

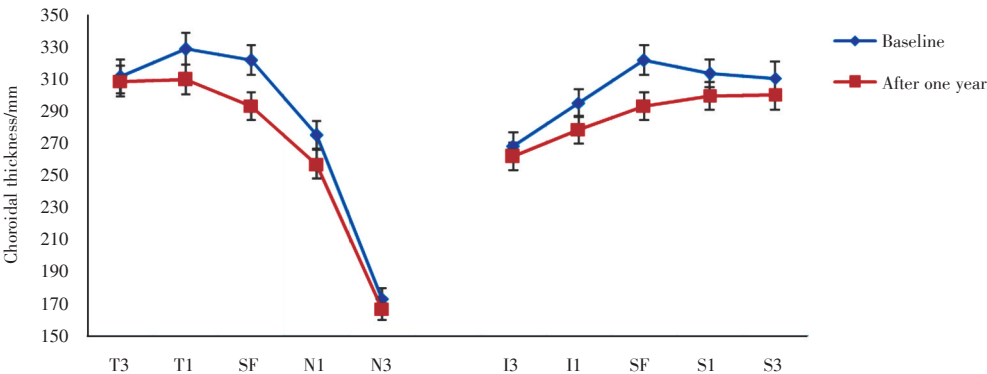
3 讨论

目前研究表明脉络膜变薄与眼轴增长、近视度数增加有一定关系^[18],但大多数研究着眼于黄斑中心凹的脉络膜厚度改变,对黄斑中心凹周围厚度的研究较少,不能全面了解近视发生发展过程中后极部脉络膜的变化。本研究通过横断面研究观察了黄斑中心凹周围3 mm以内的不同屈光情况下的脉络膜厚度分布情况,结果提示不同屈光度的受试者脉络膜厚度均呈现从上方向下方变薄、从颞侧向鼻侧变薄的趋势,为进一步了解屈光

表4 随访1年前后各参数比较
Table 4 Demographics change in the Study after 1-year follow up [M(P₂₅~P₇₅), $\bar{x} \pm s$]

	Basic data	1-year follow-up	Z/t	P
Spherical degrees/D	0.62(0.25~0.81)	0.50/(0.00~1.00)	-2.354	0.019 ¹⁾
Cylinder degrees/D	-0.50(-0.75~-0.25)	-0.50(-0.75~-0.25)	-0.835	0.404
SE/D	0.32(-0.06~0.63)	0.25(-0.31~0.75)	-2.521	0.012 ¹⁾
AXL/mm	22.96±0.65	23.30±0.73	-12.36	<0.001 ¹⁾
SF/mm	321.09±9.22	292.90±8.63	7.06	<0.001 ¹⁾
T1/mm	328.31±9.71	309.12±9.12	5.23	<0.001 ¹⁾
T3/mm	311.13±10.39	308.04±9.52	0.73	0.468
N1/mm	274.78±8.84	256.64±8.75	5.46	<0.001 ¹⁾
N3/mm	172.89±6.79	166.71±6.85	2.54	0.015 ¹⁾
I1/mm	294.70±8.45	278.05±8.77	4.13	<0.001 ¹⁾
I3/mm	267.81±8.65	261.28±8.62	1.39	0.172
S1/mm	313.05±8.62	299.08±8.45	3.24	0.002 ¹⁾
S3/mm	310.08±10.18	299.83±9.52	2.86	0.006 ¹⁾

1) means $P < 0.05$. SE means Spherical equivalent. SF means subfoveal macular; T1, T3 refer to 1 mm and 3 mm temporal to the macular; N1, N3 are the location 1 mm and 3 mm nasal to macular respectively; I1 and I3 represent 1 mm and 3 mm inferior to macular respectively; S1 and S3 mean the location 1 mm and 3 mm superior to macular respectively.



SF means subfoveal macular; T1, T3 refer to 1mm and 3 mm temporal to the macular; N1, N3 are the location 1 mm and 3 mm nasal to macular respectively; I1 and I3 represent 1 mm and 3 mm inferior to macular respectively; S1 and S3 mean the location 1 mm and 3 mm superior to macular respectively.

图2 随访1年前后各方位脉络膜厚度比较
Fig.2 Topographic changes of macular choroidal thickness after 1-year follow-up

状态对脉络膜厚度的影响,我们进行了为期一年的纵向观察,比较了近视组及正视远视组黄斑中心凹及邻近脉络膜厚度的变化情况,两组均呈现

以黄斑中心凹为中心向周围环形变薄的趋势,但近视组变薄更显著。
既往研究表明脉络膜厚度在后极部的分布并

表5 近视组和正视远视组数据变化对比

Table 5 Comparison of parameters between different refractive groups

 $M(P_{25} \sim P_{75})$

	Emmetropiaand hyperoia (n=32)	Myopia (n=13)	Z	P
Δ SE/D	0(-0.22~0.25)	-0.75(-1.13~-0.31)	43.00	<0.001 ¹⁾
Δ AXL/mm	0.25(0.20~0.32)	0.46(0.40~0.71)	36.00	<0.001 ¹⁾
Δ SFCT/ μ m	-1600(-34.92~-3.75)	-49.83(-66~-35.42)	70.00	0.001 ¹⁾
Δ T1/ μ m	-12.50(-25.58~2.83)	-3700(-53.17~-19.17)	87.00	0.002 ¹⁾
Δ T3/ μ m	-2.42(-14.67~13.42)	-12.67(-38.17~1.17)	130.50	0.052
Δ N1/ μ m	-10.25(-24.83~4.92)	-35.33(-48.33~-26.33)	69.00	<0.001 ¹⁾
Δ N3/ μ m	-3.67(-11.67~5.5)	-7.67(-3000~2.67)	143.50	0.106
Δ I1/ μ m	-6.33(-14.75~8.08)	-3900(-73.83~-14.17)	59.00	<0.001 ¹⁾
Δ I3/ μ m	-0.83(-9~12.08)	-36.67(-51.25~-8.83)	76.00	0.001 ¹⁾
Δ S1/ μ m	-12.33(-23.83~4.92)	-34.17(-56.08~-7.33)	94.50	0.010 ¹⁾
Δ S3/ μ m	-100(-10.92~10.58)	-22.67(-58.67~-5.42)	86.00	0.002 ¹⁾

Δ : data of 1-year follow up-baseline data; SE: spherical equivalent; AXL: axial length; SF: subfoveal macular; T: temporal to macular; N: nasal to macular; I: inferior to macular; S: superior to macular; 1) P value is significant at the 0.05 level (Mann-Whitney U test).

不是一致的,其中鼻侧和下方较薄,上方和颞侧较厚^[15, 19-20],本研究与既往研究结果相同。为进一步了解不同屈光度患者后极部黄斑区及周围各方位脉络膜厚度分布,本研究将受试者分为远视组、正视组及高中低近视组进行进一步的比较,结果显示各组脉络膜厚度均呈现出在水平方向上由颞侧向鼻侧变薄,在垂直方向上从上方向下方变薄的趋势,与总体的变化趋势一致。推测脉络膜厚度的这种非一致性分布可能与眼球生长发育特点有关,但是目前仅停留在推测阶段,缺乏确实的实验证据。部分学者推测脉络膜向下和向鼻侧变薄与巩膜后极部生长方向有关,随着眼球的生长,视神经视盘有向鼻侧倾斜的趋势^[21],也有学者提出可能与胚胎裂的向下闭合有关^[22-23],具体机制需要动物试验进一步验证。

本研究中不同屈光不正组随近视度数加深,黄斑中心凹下及周围各方位脉络膜厚度均逐渐变薄,且黄斑中心凹下脉络膜厚度与眼轴及屈光度的相关性较旁中心凹更强。Xiong等^[10]研究结果与本研究相似,其近视组与正视组相比中心凹区域较旁中心凹区域变薄明显。Manjunath等^[24]研究结果表明与旁中心凹相比,黄斑中心凹下脉络膜厚度与近视屈光度相关性更为密切。Read等^[25]研究表明近视儿童黄斑中心凹下脉络膜厚度

比正视组薄16%,两组黄斑中央区厚度平均相差58 μ m,而旁中心凹区两组平均相差37 μ m。本研究中低度近视与正视组中心凹下脉络膜厚度相差61 μ m,高度近视组与正视组相差更多,达104 μ m。提示在近视发展中,黄斑中心凹下脉络膜变化较周边更加敏感,推测这种脉络膜厚度改变可能与眼球的离心生长以及视网膜的生长有关,具体仍需进一步实验验证。这同时也提示了黄斑中心凹下脉络膜厚度可能是近视发展的一个敏感性指标,在将来大数据研究的支持下,我们可能可以根据黄斑中心凹下的脉络膜厚度变化来预测近视患者的近视发展。

虽然横断面研究结果显示后极部脉络膜厚度呈现以黄斑中心凹为中心,向上方和颞侧变厚,向下方及向鼻侧变薄的趋势,但是这种分布在近视的发展中是否呈现一致性还不能确定。因此,为了解近视对不同区域的脉络膜厚度的影响,我们进行了纵向观察,结果发现随访一年以后,所有被检查儿童脉络膜厚度均变薄,且中心凹变薄最明显,中心凹周围1 mm区域脉络膜厚度变薄稍低于中心凹,中心凹外3 mm区域变薄程度最小。Ohsugi等^[26]对34名儿童脉络膜厚度进行纵向观察,结果与本研究一致。我们将基础等效球镜度数和1年后随访等效球镜度数均 ≥ -0.25 D的儿童

分为正视远视组,其余为近视组,进一步分析了一年前后的各方位的脉络膜厚度比较,结果显示近视组与正视远视组的儿童黄斑中心凹及周围1 mm范围内的脉络膜厚度均呈现变薄的趋势,其中以黄斑中心凹变薄最为显著,即两组脉络膜变化趋势与总体的变化趋势一致。这同时也与本研究中的横断面研究结果相符,提示在近视发展过程中黄斑中心凹下脉络膜厚度变化的敏感性要高于黄斑中心凹周围区域。横断面研究中各屈光组脉络膜由上方向下方变薄、颞侧向鼻侧变薄的分布与纵向研究中脉络膜厚度以黄斑中心凹为中心,呈环形向周围逐渐变薄的趋势不完全一致,且各屈光组变化趋势一致,故推测更多与眼球的生长规律相关,而与屈光状态关系不大。

由于此次横断面研究最终纳入人群年龄在7~16岁,即小学到初中儿童,且海南地区近视率

与国内其他地区比较偏低,董彦会等进行的流行病学调查研究显示海南省青少年的近视患病率为41.2%,显著低于全国水平(57.2%)^[27]。故高度近视儿童纳入数量较少,脉络膜厚度标准差略偏大,但分析发现高度近视组儿童后极部脉络膜厚度分布规律与其他各组一致性良好,数据有一定代表性,在后续研究中,研究组还将进一步纳入高度近视儿童的数据探索分析。

综上所述,青少年的后极部黄斑区的脉络膜厚度呈现不一致的分布,随近视的进展,黄斑中心凹及黄斑中心凹周围脉络膜厚度呈现非对称性的改变,黄斑中心凹下脉络膜厚度较周边脉络膜厚度对近视的发展更为敏感,随访观察脉络膜厚度的变化可能可以在一定程度上预测近视的发展。

参考文献

- [1] 教育部,国家卫生健康委员会,国家体育总局,等. 综合防控儿童青少年近视实施方案[Z]. 2018: 39, 1279-1280.
Ministry of Education, National Health Commission, General Administration of Sport of China, Comprehensive implementation plan about prevention and control of children and adolescents myopia [Z]. 2018: 39, 1279-1280.
- [2] Wang JC, Lains I, Providencia J, et al. Diabetic choroidopathy: Choroidal vascular density and volume in diabetic retinopathy with swept-source optical coherence tomography [J]. *Am J Ophthalmol*, 2017, 184: 75-83.
- [3] Koh LHL, Agrawal R, Khandelwal N, et al. Choroidal vascular changes in age-related macular degeneration [J]. *Acta Ophthalmologica*, 2017, 95 (7): e597-e601.
- [4] Mohamed DMF, Hassan NA, Osman AA, et al. Subfoveal choroidal thickness in diabetic macular edema [J]. *Clin ophthalmol (Auckland, N.Z.)*, 2019, 13: 921-925.
- [5] Summers JA. The choroid as a sclera growth regulator [J]. *Exp Eye Res*, 2013, 114: 120-127.
- [6] Wallman J, Wildsoet C, Xu A, et al. Moving the retina: Choroidal modulation of refractive state [J]. *Vision Res*, 1995, 35(1): 37-50.
- [7] Nickla DL, Totonelly K. Brief light exposure at night disrupts the circadian rhythms in eye growth and choroidal thickness in chicks [J]. *Exp Eye Res*, 2016, 146: 189-195.
- [8] Zhu X, Park TW, Winawer J, et al. In a matter of minutes, the eye can know which way to grow [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2005, 46 (7): 2238-2241.
- [9] Biyik KZ, Tideman J, Polling JR, et al. Subfoveal choroidal thickness at age 9 years in relation to clinical and perinatal characteristics in the population-based Generation R Study [J]. *Acta Ophthalmol*, 2019.
- [10] Xiong S, He X, Deng J, et al. Choroidal thickness in 3001 Chinese Children aged 6 to 19 years using swept-source OCT [J]. *Scientific reports*, 2017, 7 (1): 45059.
- [11] Matalia J, Anegondi NS, Veeboy L, et al. Age and myopia associated optical coherence tomography of retina and choroid in pediatric eyes [J]. *Indian J Ophthalmol*, 2018, 66(1): 77-82.
- [12] Harb E, Hyman L, Gwiazda J, et al. Choroidal

- thickness profiles in myopic eyes of young adults in the correction of myopia evaluation trial cohort [J]. *Am J Ophthalmol*, 2015, 160(1):62-71.
- [13] Kashani AH, Zimmer-Galler IE, Shah SM, et al. Retinal thickness analysis by race, gender, and age using stratus OCT[J]. *Am J Ophthalmol*, 2010, 149(3):496-502.
- [14] Li Z, Hu Y, Cui D, et al. Change in subfoveal choroidal thickness secondary to orthokeratology and its cessation: a predictor for the change in axial length [J]. *Acta Ophthalmologica*, 2019, 97(3):e454-e459.
- [15] Qi Y, Li L, Zhang F. Choroidal Thickness in Chinese Children Aged 8 to 11 Years with Mild and Moderate Myopia [J]. *J Ophthalmol*, 2018, 2018: 7270127.
- [16] Wei WBM, Xu LM, Jonas JBM, et al. Subfoveal choroidal thickness: The Beijing eye study[J]. *Ophthalmology*, 2013, 120(1):175-180.
- [17] Wang D, Chun RK, Liu M, et al. Optical defocus rapidly changes choroidal thickness in schoolchildren[J]. *PLoS One*, 2016, 11(8):e161535.
- [18] Read SA, Fuss JA, Vincent SJ, et al. Choroidal changes in human myopia: insights from optical coherence tomography imaging [J]. *Clin Exp Optom*, 2019, 102(3):270-285.
- [19] Tan CSH, Cheong KX, Lim LW, et al. Topographic variation of choroidal and retinal thicknesses at the macula in healthy adults [J]. *Br J Ophthalmol*, 2014, 98(3):339-344.
- [20] Ruiz-Moreno JM, Flores-Moreno I, Lugo F, et al. Macular choroidal thickness in normal pediatric population measured by swept-source optical coherence tomography [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013, 54(1):353-359.
- [21] Read SA, Collins MJ, Vincent SJ, et al. Choroidal thickness in childhood [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013, 54(5):3586-3593.
- [22] Lee K, Lee J, Lee CS, et al. Topographical variation of macular choroidal thickness with myopia [J]. *Acta Ophthalmologica*, 2015, 93(6):e469-e474.
- [23] Ikuno Y, Kawaguchi K, Nouchi T, et al. Choroidal thickness in healthy japanese subjects [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010, 51(4):2173-2176.
- [24] Manjunath V, Taha M, Fujimoto JG, et al. Choroidal thickness in normal eyes measured using Cirrus HD optical coherence tomography [J]. *Am J Ophthalmol*, 2010, 150(3):325-329.
- [25] Read SA, Collins MJ, Vincent SJ, et al. Choroidal thickness in myopic and nonmyopic children assessed with enhanced depth imaging optical coherence tomography [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013, 54(12):7578-7586.
- [26] Ohsugi E, Mitamura Y, Shinomiya K, et al. Changes in choroidal thickness in healthy pediatric individuals: a longitudinal study [J]. *Intern J Ophthalmol*, 2018, 11(7):1179-1184.
- [27] 董彦会, 刘慧彬, 王政和, 等. 2005-2014年中国7~18岁儿童青少年近视流行状况与变化趋势 [J]. *中华预防医学杂志*, 2017, 51(4):285-289.
- Dong YH, Liu HB, Wang ZH, et al. The epidemic status and secular trends of myopia prevalence for Chinese children and adolescents aged 7-18 years from 2005 to 2014 [J]. *Chin J Prevent Med*, 2017, 51(4):285-289.

(编辑 余菁)