

Stratus OCT对正常人黄斑部视网膜厚度和容积的测量

黄丽娜 成洪波 樊宁 赖铭莹 赵军 余宝花

【摘要】 目的 应用Stratus OCT测量我国正常人黄斑部视网膜的厚度和容积并分析其变异程度和与年龄、屈光度和性别的关系。**方法** 用Stratus OCT对202名202眼正常人进行黄斑厚度地形图扫描(Fast Macular Thickness Map),分区测量黄斑部视网膜的厚度和容积。资料的统计学处理应用SPSS11.5软件。**结果** 正常人黄斑中心小凹的视网膜最薄,平均厚度为 $(53 \pm 18) \mu\text{m}$,直径1mm中心环视膜下均厚度为 $(188 \pm 17) \mu\text{m}$ 。直径3.45mm~2.22mm的环形区域视网膜最厚,为 $(275 \pm 18) \mu\text{m}$ 。黄斑部颞侧视网膜比鼻侧和上方视网膜薄。直径6mm和3.45mm区域黄斑容积为 $(6.98 \pm 0.37) \text{mm}^3$ 、 $(2.48 \pm 0.13) \text{mm}^3$ 。黄斑容积和直径1mm中心环视膜厚度这两个指标的变异最小。年龄、屈光度和性别对黄斑中心小凹视网膜厚度的影响没有统计学意义。黄斑容积与中心小凹视网膜厚度有正的直线相关性,与年龄有负的直线相关性。屈光度和性别对黄斑容积的影响没有统计学意义。**结论** Stratus OCT测量我国正常人黄斑部视网膜的厚度和容积,分区测量值为黄斑疾病的诊治提供了客观、定量的指标。

【关键词】 光学相干断层扫描;视网膜厚度;黄斑

Macular thickness and volume measurements in normal chinese using stratus optical coherence Tomography

HUANG Lina, CHENG Hong-bo, FAN Ning, et al. Shen Zhen Ophthalmic center of medical couege of Jina univorsty, She Zhen Eye Hospital, Shen zhen 518001 China

【Abstract】 **Objective** To provide the normative data of macular thickness and volume in normal chinese using Stratus Optical Coherence Tomography (Stratus OCT). Analyze the variation of parameters of thickness and volume, investigate the relationships between them and age, refraction and gender. **Methods** 202 eyes of 202 normal subjects had undergone with the scan protocol (Fast Macular Thickness Map) of Stratus OCT. The thickness of neurosenory retina in nine regions and the volume of macula were measured. The data was analyzed using SPSS 11.5 commercial statistical software. **Results** Central foveal thickness and foveal thickness (mean thickness in the central 1000- μm diameter area) were 153 ± 18 and $188 \pm 17 \mu\text{m}$, respectively. Macular thickness measurements were thinnest at the center of the fovea, thicknest within the ring area of 3.45 mm~2.22mm diameter of the center, which was $275 \pm 181 \mu\text{m}$. The temporal quadrants of macula was thinner than the nasal and superior quadrants. Macular volume with 6mm and 3.45mm diameter of the center were 6.98 ± 0.37 and $2.48 \pm 0.13 \text{mm}^3$, respectively. The variations of macular volume and foveal thickness were smallest. Age, refraction and gender had no effect on central foveal thickness. There were significant positive linear correlation between macular volume and central foveal thickness, and negative linear correlation between macular volume and age. Refraction and gender had no effect on macular volume. **Conclusions** We provide the normative data of macular thickness and volume in normal chinese using Stratus OCT. The measurements in different regions of macula offer a subjective and quantitative method to diagnose macular diseases.

【key words】 optical coherence tomography; retinal thickness; macula

许多眼科疾病都伴有黄斑部视网膜厚度的改变,

最典型的是水肿和萎缩。黄斑部视网膜厚度的细微变化都会影响中心视力。因此,客观、准确、敏感地测定视网膜厚度对许多眼科疾病的诊断及治疗都

具有重要的意义。

光学相干断层扫描仪(optical coherence tomography, OCT)是一种应用近红外光扫描、高分辨率的断层成像技术,能够在活体上获得类似于眼组织病理改变的图像,定量测量视网膜的厚度。Stratus OCT为Zeiss公司推出的最新的产品,分辨力 $<10\mu\text{m}$,并提供了正常成年人(包括了有代表性的不同种族)黄斑部视网膜厚度的标准化数据。但是由于纳入人群的种族不同^[1],并且未见有我国人群的相关报道,因此,有必要建立Stratus OCT测量我国正常人黄斑部视网膜厚度的正常值数据库,为临床早期诊断和追踪观察黄斑部视网膜厚度的变化提供重要依据。

黄斑部视网膜容积是Stratus OCT分析程序提供的一项测量指标,由黄斑区视网膜神经上皮层厚度决定^[2],在三维角度全面地反映了黄斑部视网膜厚度。目前关于黄斑容积的文献报告不多,本文测量我国正常人黄斑容积,并分析其影响因素,旨在做出初步研究。

对象与方法

1. 对象:2006年9月至11月自愿参加的来我院门诊体检正常者、患者家属和本院医务人员,共202名202眼。正常人筛选标准:①裸眼视力或最佳矫正视力 ≥ 1.0 ,屈光度 $-3.00\text{D}\sim+2.00\text{D}$ 之间且双眼屈光参差 $\leq \pm 1.5\text{D}$;②裂隙灯显微镜和直接检眼镜检查屈光间质透明(50岁以上者允许晶体密度增加),眼底正常, $\text{C}/\text{D} \leq 0.3$ 且双眼差 ≤ 0.2 ;③压平眼压汁测量眼压 $<2.8\text{kPa}$ ($1\text{kPa}=7.5\text{mmHg}$);④双眼位正常,中心固视好;⑤无视神经或视网膜病变,无眼部手术史;⑥无糖尿病、高血压病及其它全身病病史;⑦无青光眼家族史。入选的正常人籍贯覆盖了我国18个省市,其分布特征见表1。

表1 入选的正常人分布特征

年龄	划分类型	分布情况
性别	平均年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	35.9 ± 16.7
屈光度 (等效球镜度)	跨度(岁)	10~68
	男	105(53%)
眼别	女	97(47%)
	度数($\bar{x} \pm s$,D)	-0.42 ± 1.11
	跨度(D)	$-3.00 \sim +2.00$
	右 (%)	99 (49%)
	左 (%)	103 (51%)

方 法

1. 检查方法:所有受试者检查前用0.5%复方

托品酰胺滴眼液散瞳,瞳孔散大至8mm以上后,由同一检查者采用Stratus OCT扫描程序(Fast Macular Thickness Map)进行测量,通过监视屏观察,保证OCT探测光源对准视网膜,采用以黄斑中心小凹为中心、6条6mm长的辐射线扫描每只眼重复3次以上,选取OCT图像最清晰、稳定,扫描位置正、信号强度 ≥ 6 的图像储存于计算机内,利用Stratus OCT分析程序(renalinal map),得到以黄斑中心小凹为中心的二个同心环形图像,并由两条放射线将黄斑部视网膜分为9个区(如图1所示)。记录从内到外圆周直径分别为1mm、3mm、6mm(如图1所示)和1mm、2.22mm、3.45mm区域内视网膜的平均厚度,和圆周直径分别为6mm和3.45mm区域内的视网膜平均容积。

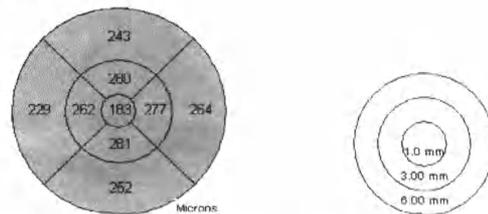


图1 黄斑分区(9个区)显示视网膜平均厚度(μm ,右眼)和图中所示三个同心环直径

2. 统计学分析方法:采用SPSS 11.5统计软件包,计算距离黄斑中心小凹不同直径的各象限、各区域视网膜平均厚度和容积的均数、标准差、变异系数,采用方差分析和线性相关与回归分析的方法,分别研究视网膜厚度和容积与年龄、屈光度和性别的关系。

结 果

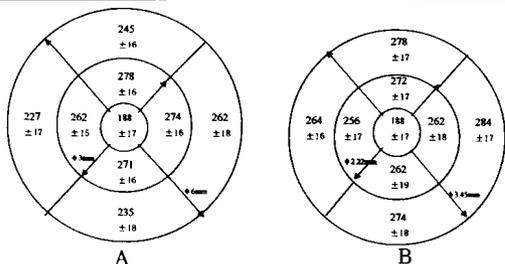
1. 正常人黄斑部视网膜厚度及容积

OCT测量玻璃体视网膜界面与视网膜色素上皮/脉络膜毛细血管层前表面之间的距离为视网膜神经上皮层的厚度,简称视网膜厚度。我国正常人黄斑部视网膜平均厚度及容积测量值的均数和标准差见表2及图3。根据测量数据统计得到表3及图4的黄斑部不同部位视网膜平均厚度。

对距黄斑中心小凹不同直径的视网膜环形区域平均厚度进行方差分析(表3)。我们发现,直径2.22mm~3.45mm的环形区域视网膜最厚,为 $(275 \pm 18)\mu\text{m}$,比直径1mm~3mm的环形区域厚 $3.8\mu\text{m}$,两者差异有统计学意义($P < 0.01$);直径1mm~2.22mm的环形区域的视网膜平均厚度为 $(263 \pm 19)\mu\text{m}$,排在第3位,其次是直径3mm~6mm的环形区域,其视网膜平均厚度为 $(243 \pm 22)\mu\text{m}$,直径1mm以内中心

表 2 Stratus OCT 测量正常人黄斑 9 分区视网膜平均厚度

测量部位	视网膜平均厚度值(x ± s, μm)
黄斑中心小凹(um)	153 ± 18
直径1mm 中心环(图3A和B 第一环)	188 ± 17
上方象限	272 ± 17
颞侧象限	256 ± 17
直径1~2.22mm (图3B 第二环)	262 ± 19
下方象限	262 ± 18
鼻侧象限	262 ± 18
直径2.22~3.45mm (图3B 第三环)	278 ± 17
上方象限	278 ± 17
颞侧象限	264 ± 16
下方象限	274 ± 18
鼻侧象限	284 ± 17
直径1~3mm (图3A 第二环)	278 ± 16
上方象限	278 ± 16
颞侧象限	262 ± 15
下方象限	271 ± 16
鼻侧象限	274 ± 16
直径3~6mm (图3A 第三环)	245 ± 16
上方象限	245 ± 16
颞侧象限	227 ± 17
下方象限	235 ± 18
鼻侧象限	262 ± 18

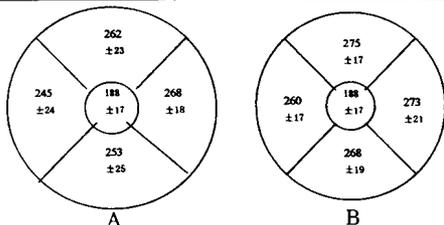


(中心环、第二环、第三环直径分别是1、3、6mm) (中心环、第二环、第三环直径分别是1、2.22、3.45mm)

图3 StratusOCT 测量我国正常人黄斑厚度地形图(右眼, μm)

表 3 正常人黄斑部环形区域视网膜平均厚度

测量部位	视网膜平均厚度值(x ± s, μm)
直径1~2.22mm(图3B 第二环)	263 ± 19
直径2.22~3.45mm(图3B 第三环)	275 ± 18
直径1~3mm(图3A 第二环)	271 ± 17
直径3~6mm(图3A 第三环)	243 ± 22



A(中心环直径1mm, 外环直径6mm) B(中心环直径1mm, 外环直径3.45mm)

图4 我国正常人黄斑部视网膜厚度示意图(右眼)

环的视网膜平均厚度为(188 ± 17)μm, 黄斑中心小凹的视网膜最薄, 平均厚度为(153 ± 18)μm。两两比较差异有统计学意义(P<0.01)。

我们进一步比较了直径2.22mm~3.45mm 环形区域和直径1mm~3mm 环形区域各象限的视网膜厚度, 结果前者鼻侧的视网膜显著比后者鼻侧的视网膜厚(P<0.01), 而在其他象限的比较差异无统计学意义。

对图4所示的距黄斑中心小凹不同直径、不同象限的视网膜厚度进行方差分析发现, 在中心环外直径6mm 区域(图4A), 鼻侧视网膜最厚, 为(268 ± 18) μm, 其次是上方, 视网膜平均厚度为(262 ± 23) μm, 再次是下方, 颞侧视网膜最薄, 视网膜平均厚度为(245 ± 24)μm, 它们之间比较差异均有统计学意义(P<0.01)。在中心环外直径3.45mm 区域(图4B), 上方和鼻侧视网膜平均厚度相似(P值是0.557)且最厚, 分别是(275 ± 17)μm、(273 ± 21)μm, 其次是下方, 颞侧视网膜最薄, 平均厚度为(260 ± 17)μm, 它们两两之间比较差异也均有统计学意义(P<0.01)。

Strams OCT 测量我国正常人黄斑部平均容积的均数和标准差见表4。

表 4 Stratus OCT 测量正常人黄斑平均容积

测量部位	黄斑平均容积(mm³)
距离黄斑中心小凹直径3.45mm 区域	6.98 ± 0.37
距离黄斑中心小凹直径6mm 区域	2.48 ± 0.13

2. 视网膜厚度和容积的变异程度

计算黄斑部视网膜厚度和容积各项指标的变异系数可知, 黄斑容积的变异程度最小, 为5.30%(直径6mm 区域)和5.24%(直径3.45mm 区域)。黄斑中心小凹视网膜厚度的变异系数为11.76%, 直径1mm 中心环的视网膜厚度的变异系数为9.04%。

3. 黄斑部视网膜厚度和容积的影响因素和相关性研究

对黄斑中心小凹视网膜厚度和直径1mm 中心环视网膜厚度的相关性研究发现, 两者之间有高度的直线相关关系, 相关系数0.89, P<0.01。两者与年龄、屈光度都没有线性相关关系(表5)。

表 5 黄斑中心小凹视网膜厚度和中心环视网膜厚度的相关性研究

相关项目	年龄		屈光度	
	相关系数	P 值	相关系数	P 值
中心小凹视网膜厚度				
中心环视网膜厚度	0.0390	0.643	-0.065	0.432
	-0.073	0.379	-0.075	0.367

对黄斑容积的相关性研究发现,黄斑容积与直径1mm中心环视网膜厚度和中心小凹视网膜厚度有正的直线相关关系,其中直径3.45mm的黄斑容积

与中心环视网膜厚度相关性最大;与年龄有负的直线相关关系,与屈光度没有直线相关关系(表6)。

表6 黄斑容积的相关性研究

黄斑容积	中心小凹视网膜厚度		直径1mm中心环视网膜厚度		年龄		屈光度	
	相关系数	P值	相关系数	P值	相关系数	P值	相关系数	P值
直径6mm	0.21	0.010	0.42	0.000	-0.22	0.007	-0.06	0.510
直径3.45mm	0.3	0.000	0.56	0.000	-0.21	0.013	-0.03	0.761

将202名正常人按性别分为男、女两组,经t检验,按 $\alpha=0.05$ 水准,两组黄斑中心小凹视网膜厚度、中心环视网膜厚度和直径6mm、3.45mm区域黄斑容积均无统计学意义(表7)。可以认为性别对黄斑中心小凹视网膜厚度、中心环视网膜厚度和黄斑容积的影响无统计学意义。

表7 男女两组正常人黄斑中心视网膜厚度和黄斑容积的比较

统计量	黄斑中心小凹	黄斑中心环	直径6mm区	直径3.45mm
	视网膜厚度	视网膜厚度	域黄斑容积	区域黄斑容积
t值	-1.012	-2.318	-2.162	-3.210
P值	0.313	0.081	0.091	0.102

讨 论

传统的检查视网膜和黄斑的方法包括眼底镜、立体眼底彩照和荧光眼底血管造影等,它们均无法检测到视网膜厚度的轻度改变,不能显示病变的层次,只能定性检查^[3]。光学相干断层扫描仪(optical coherence tomography, OCT)是应用近红外光扫描的断层成像技术,它能够在活体上直观地显示视网膜各层的细微结构和定量测量视网膜厚度,分辨率达到 $<10\mu\text{m}$,在眼科检测方法学上是突破性的进展^[4]。研究发现,OCT测量眼底视网膜神经纤维层和视网膜神经上皮层的厚度与组织学的测量结果,其差异没有显著性^[5,6]。而且,OCT测量视网膜厚度有很好的重复性^[7]。

最新的Stratus OCT较前几代视网膜OCT机型,分辨率和扫描速度进一步提高,对视网膜的层次结构显示更为清晰;它提供的黄斑厚度地形图扫描程序(Fast macular thickness map),在1.92秒完成6次6mm长的辐射线性扫描,探测深度2mm,横向分辨率 $20\mu\text{m}$;经分析程序(Retinal map)得到以黄斑中心小凹为中心的环形图像,每幅图像的扫描像素高达 768×1024 ,描述了视网膜的平均厚度和容积。三个同心环和两条放射线将黄斑部视网膜分为9个区,圆周直径分别是1mm、3mm、6mm和

1mm、2.22mm、3.45mm,全面、详细、直观地描述了黄斑部视网膜各区的厚度值,有利于早期发现和观察随访黄斑任何部位视网膜厚度的异常。

我们研究了202名(202眼)正常人黄斑部视网膜的平均厚度,中心小凹视网膜平均厚度为 $(153 \pm 18)\mu\text{m}$,距离小凹直径1mm中心环视网膜平均厚度为 $(188 \pm 17)\mu\text{m}$ 。与国内外学者的研究报告基本一致(表8)^[8-11]。已经有研究证实亚洲人黄斑中心小凹和直径1mm中心环视网膜平均厚度比白种人薄约 $17 \sim 20\mu\text{m}$ ^[11];OCT不同机型的分辨率、扫描速度、扫描和分析程序可能也会影响测量结果。经组织学测量,黄斑中心小凹视网膜厚度为 $130\mu\text{m}$ ^[12]。与我们的测量结果也是最接近的。

比较距离黄斑中心小凹不同直径的视网膜平均厚度,我们发现,直径3.45mm~2.22mm的环形区域视网膜最厚,为 $275 \pm 18\mu\text{m}$,比直径3mm~1mm的环形区域厚 $3.8\mu\text{m}$ 。进一步比较两者各象限的视网膜平均厚度,结果直径3.45mm~2.22mm环形区域鼻侧的视网膜显著比直径3mm~1mm环形区域鼻侧的视网膜更厚,而在其他象限的比较两者没有显著性差异。在直径2.22mm以内区域,越靠近黄斑中心凹,视网膜厚度越薄,黄斑中心小凹的视网膜最薄。在直径3.45~6mm区域,越远离黄斑中心凹,视网膜又呈现逐渐变薄的趋势。

比较距离黄斑中心小凹不同直径、不同象限的视网膜厚度,在中心环外直径6mm区域,鼻侧视网膜厚度最厚,其次是上方,颞侧视网膜最薄。在中心环外直径3.45mm区域,上方和鼻侧视网膜厚度相似且最厚,颞侧视网膜最薄。我们的研究结果与Anniechan的报告是完全一致的^[11]。考虑原因与组织学观察到黄斑区鼻侧视网膜更靠近视乳头,并且乳头黄斑神经纤维束和黄斑区上下弓形视网膜神经纤维束丰富有关^[8,11,12]。

比较视网膜厚度各项指标的变异系数发现,直径1mm中心环的视网膜厚度比中心小凹视网膜的厚

度更稳定。原因在于：中心环视网膜的厚度是在以中心小凹为圆心、直径 1mm 区域内，根据 6 条辐射线性扫描采集到的数据得到的视网膜平均厚度，而中心凹、凹的视网膜厚度仅仅是 6 条辐射线的中点（6 个点）采集到的数据得到的平均值；而且由于眼球轻微转动、患者中心注视能方韵差异，这 6 个点不一定会聚在中心小凹这一点上，也就无法如实地反映中心小凹的厚度。所以，直径 1mm 中心环视网膜的平均厚度更稳定、全面、准确地反映了黄斑中心凹的视网膜平均厚度。在对两者的线性相关性研究发现，它们具有高度的直线相关关系，而黄斑中心小凹的视网膜厚度与中心矫正视力高度相关^[13]。因此，可以认为直径 1mm 中心环的视网膜厚度同样与中心矫正视力有高度的相关性，在临床上具有重要的意义^[11]。

我们研究发现，黄斑中心小凹视网膜厚度和直径 1mm 中心环视网膜厚度与年龄、屈光度都没有线性相关关系，性别对黄斑视网膜厚度的影响也没有统计学意义。对比国内外的研究有相同的结果^[8,11]。

关于黄斑容积的文献报告目前还不多，我们研究发现，直径 3.45mm 区域的黄斑容积是 $(2.48 \pm 0.13) \text{ mm}^3$ ，与 Lederer 报告用 OCT 2000 测量的正常人该区域黄斑容积 $(2.37 \pm 0.11) \text{ mm}^3$ ，两者是非常接近的^[2]。黄斑容积与中心小凹视网膜厚度和直径 1mm 中心环视网膜厚度的相关性，进一步旁证了黄斑容积可以反映视网膜厚度。研究发现，黄斑容积可以定量的反映视网膜神经节细胞的损害，是青光眼诊断和随访的重要工具^[2]；我们的研究发现，它与视网膜神经纤维层厚度一样具有与年龄呈负相关性的特点，并且稳定性好，但是它与后者的关系和发现青光眼损害的灵敏度、特异度还有待于进一步研究。

参考文献

- Guedes V, Schuman JS, Hertzmark E, et al. Optical coherence tomography measurement of macular and nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous human eyes[J]. *Ophthalmology*, 2003, 110:177-189.
- Lederer DE, Schuman JS, Hertzmark E, et al. Analysis macular volume in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography[J]. *Am J ophthalmol*, 2003, 135:838-843.
- Nahoz S, Yuichim O, Norman PB, et al. Retinal thickness analysis for quantitative measurement of diabetic macular edema[J]. *Arch Ophthalmol*, 1991, 109:1115.
- 黄丽娜, 古洵清主编. 光学相干断层成像术的临床应用. 广东: 新世纪出版社, 2002: 8.
- 黄丽娜, Joles Schuman, Nan Wang. 光学相干断层成像与组织形态学检测猴眼青光视网膜神经纤维层厚度的比较[J]. *中华眼科杂志*, 1999, 37: 188-192.
- 骆荣江, 葛坚, 郭彦等. 兔眼视网膜厚度的光学相干断层扫描测量与组织学检查的相关性研究[J]. *中华眼底病杂志*, 2000, 16: 111-113.
- Muscat S, Parks S, Kemp E, et al. Repeatability and reproducibility of macular thickness measurements with the Humphrey OCT system [J]. *Invest ophthalmol Vis Sci*, 2002, 43:490-495.
- 凌运兰, 刘杏, 郑小平. 应用光学相干断层成像术测量正常人黄斑视网膜厚度的初步研究[J]. *眼科学报*, 2000, 16, 87-90.
- Paunescu LA, Schuman JS, Price LL, et al. Reproducibility of nerve fiber thickness, macular thickness, and optic nerve head measurements using Stratus OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2004, 45:1716-1724.
- 黄爱国, 李玉军, 郭希让等. 光学相干断层扫描对黄斑部视网膜厚度的分区测定研究[J]. *中国实用眼科杂志*, 2005, 23: 162-163.
- Annie chan, Duker JS, Tony H Ko. Normal macular thickness measurements in healthy eyes using stratus optical coherence tomography[J]. *Arch ophthalmol*, 2006, 124:193-198.
- 聂爱光主编: 现代黄斑疾病诊断治疗学. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 1997: 6-7.
- Brown JC, Solomon SD, Bressler SB, et al. Detection of diabetic foveal edema. *Arch ophthalmol*, 2004, 122:330-335.

(收稿时间: 2007-03)