

· 临床研究 ·

UBM 与 ArcScan Insight 100 对近视患者眼前节生物学参数测量的一致性分析

孙瑞瑞 李金 曹可盈 张炜晨 谢梦 庞辰久

河南大学人民医院眼科 河南省人民医院眼科 河南省立眼科医院, 郑州 450003

通信作者: 庞辰久, Email: pangcj999@163.com

【摘要】 目的 评估超声生物显微镜(UBM)与 ArcScan Insight 100 测量眼前节生物学参数的重复性, 比较 2 种仪器测量结果的一致性。**方法** 采用横断面研究方法, 选取 2023 年 3—5 月于河南省立眼科医院行 V4c 有晶状体眼人工晶状体植入术的近视患者 70 例 70 眼, 先后采用 ArcScan Insight 100 和 UBM 测量两侧房角隐窝间距(ATA)、水平睫状沟-睫状沟距离(STS)、前房深度(ACD)、晶状体矢高(CLR)、前房宽度(ACW)、睫状突内径(CBID)、前房角度(ACA)、睫状突角(TCA)和最大睫状体厚度(CBTmax), 重复测量 3 次, 使用组内相关系数(ICC)分别评估 UBM 与 ArcScan Insight 100 的眼前节生物学测量重复性, 采用 Bland-Altman 一致性检验评估 2 种仪器之间的一致性。**结果** UBM 与 ArcScan Insight 100 测量的 ATA、STS、ACD、CLR、ACW、CBID、ACA、TCA 和 CBTmax 的重复性均较好(均 ICC>0.9)。UBM 与 ArcScan Insight 100 的 ACD、ACW、ACA 测量值比较, 差异均无统计学意义($t=0.696, -1.025, -1.447$, 均 $P>0.05$); UBM 的 ATA、STS、CLR 和 CBID 测量值小于 ArcScan Insight 100, TCA 和 CBTmax 测量值大于 ArcScan Insight 100, 差异均有统计学意义($t=-8.586, -12.551, -4.481, -4.420, 4.535, 7.812$, 均 $P<0.05$)。UBM 与 ArcScan Insight 100 的 ATA、STS、ACD、CLR、ACW、CBID 和 CBTmax 测量差值分别为 0.38、0.47、-0.01、0.07、0.30、0.26 和 -0.21 mm, 95% LoA 分别为 (-0.34, 1.10)、(-0.15, 1.09)、(-0.28, 0.26)、(-0.20, 0.35)、(-0.33, 0.93)、(-0.71, 1.23) 和 (-0.64, 0.23) mm, 一致性较好; ACA 和 TCA 测量差值分别为 2.26° 和 -7.81°, 95% LoA 值分别为 (-23.36°, 27.89°)、(-36.05°, 20.43°), 一致性较差。UBM 与 ArcScan Insight 100 的 ACD 测量值呈强正相关($r=0.827, P<0.05$), 二者的 ATA、STS、CLR、ACW 和 CBID 测量值均呈中等正相关($r=0.678, 0.749, 0.617, 0.765, 0.519$, 均 $P<0.05$), 而 ACA、TCA 和 CBTmax 测量值均无明显相关性($r=0.270, 0.032, 0.178$, 均 $P>0.05$)。**结论** ArcScan Insight 100 与 UBM 测量眼前节生物学参数的重复性较好; 可能受到自身调节影响, 2 种仪器测量 ACA、TCA 和 CBTmax 的一致性较差, 但测量 ATA、STS、ACD、CLR、ACW 和 CBID 的一致性良好, 可相互替代。

【关键词】 超声生物显微镜; ArcScan Insight 100; 眼前节; 有晶状体眼后房型人工晶状体; 一致性**基金项目:** 河南省科技厅科技攻关联合基金 (232103810052)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20250314-00082

Consistency analysis of UBM and ArcScan Insight 100 measurements in the anterior segment of the myopic eye

Sun Ruirui, Li Jin, Cao Keying, Zhang Weichen, Xie Meng, Pang Chenjiu

Department of Ophthalmology, Henan University People's Hospital, Henan Provincial People's Hospital, Henan Eye Hospital, Zhengzhou 450003, China

Corresponding author: Pang Chenjiu, Email: pangcj999@163.com

[Abstract] Objective To evaluate the repeatability of anterior segment biometry measurements obtained using ultrasound biomicroscopy (UBM) and the ArcScan Insight 100, and to compare the agreement between the two devices. **Methods** A cross-sectional study was conducted. Seventy myopic patients (70 eyes) who underwent V4c implantable collamer lens implantation at Henan Eye Hospital from March to May 2023 were included. The ArcScan Insight 100 and UBM were used to measure the following parameters three times: angle-to-angle distance (ATA), sulcus-to-sulcus distance (STS), anterior chamber depth (ACD), crystalline lens rise (CLR), anterior chamber width (ACW), ciliary body inner diameter (CBID), anterior chamber angle (ACA), trabecular-ciliary angle (TCA) and maximum ciliary body thickness (CBTmax). The repeatability of anterior segment biological measurements obtained using the two devices was assessed by intraclass correlation coefficient (ICC). The consistency between the two instruments was evaluated by Bland-Altman consistency test. This study complied with the Declaration of Helsinki and was approved by the Ethics Committee of Henan Eye Hospital (No. HNEECKY-2021[13]). All patients understood

the purpose and significance of this study and signed the informed consent form. **Results** The repeatability of ATA, STS, ACD, CLR, ACW, CBID, ACA, TCA and CBTmax measured by UBM and ArcScan Insight 100 was good (all ICC > 0.9). There was no significant difference in ACD, ACW, and ACA between the two instruments ($t = 0.696, -1.025, -1.447$; all $P > 0.05$). ATA, STS, CLR and CBID measured by UBM were lower and TCA and CBTmax were higher than those measured by UBM ArcScan Insight 100, and the differences were statistically significant ($t = -8.586, -12.551, -4.481, -4.420, 4.535, 7.812$; all $P < 0.05$). The differences of ATA, STS, ACD, CLR, ACW, CBID and CBTmax between UBM and ArcScan Insight 100 were 0.38, 0.47, -0.01, 0.07, 0.3, 0.26 and -0.21 mm, respectively, with the 95% limits of agreement (LoA) of (-0.34, 1.10), (-0.15, 1.09), (-0.28, 0.26), (-0.20, 0.35), (-0.33, 0.93), (-0.71, 1.23) and (-0.64, 0.23) mm, respectively, which showed good coherence. The differences in ACA and TCA measurements were 2.26° and -7.81°, respectively, and the 95% LoA values were (-23.36°, 27.89°) and (-36.05°, 20.43°), respectively, with poor coherence. There was a strong positive correlation in ACD measurements measured by UBM and ArcScan Insight 100 ($r = 0.827, P < 0.05$). There were moderate positive correlations in ATA, STS, CLR, ACW and CBID ($r = 0.678, 0.749, 0.617, 0.765, 0.519$; all $P < 0.05$). There was no significant correlation in ACA, TCA and CBTmax ($r = 0.270, 0.032, 0.178$; all $P > 0.05$). **Conclusions** The repeatability of ArcScan Insight 100 and UBM in measuring anterior segment biological parameters is good. However, the consistency of ACA, TCA and CBTmax measured by the two instruments is poor and may be affected by self-regulation of the body. ATA, STS, ACD, CLR, ACW and CBID have good consistency and can be used interchangeably.

[Key words] Ultrasound microscopy; ArcScan Insight 100; Anterior segment; Implantable collamer lens; Consistency

Fund program: Henan Science and Technology United Fund (232103810052)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20250314-00082

有晶状体眼人工晶状体 (implantable collamer lens, ICL) 植入术是目前矫正高度屈光不正的主流方法,具有良好的安全性、有效性和可预测性^[1-2]。ICL 尺寸设计是术后获得理想拱高的关键,拱高不足可能会增加前囊下白内障的发生风险,而拱高过大会增加继发性青光眼和角膜内皮损伤的发生风险^[3]。STAAR Surgical 公司推出的 ICL 尺寸计算公式是基于角膜直径 (white to white, WTW) 和前房深度 (anterior chamber depth, ACD), 但该公式计算的尺寸并不足以实现最佳拱高^[4]。因此, ICL 的最佳尺寸计算和术后获得合适的拱高是目前 ICL 手术的难题。超声生物显微镜 (ultrasound biomicroscopy, UBM) 是利用高频超声技术观察眼前段组织结构的一种影像学检查方法,它不受屈光间质混浊的影响,可以提供高分辨率的眼前段组织影像,并能够准确测量眼前节参数,尤其是后房参数^[5]。既往研究显示,通过 UBM 测量的眼前节生物特征参数,如睫状沟直径,可用于 ICL 尺寸优化和植入方向定制,从而获得预期拱高,有效降低术后并发症的发生率^[6]。超高频数字超声扫描仪 ArcScan Insight 100 是基于超声原理设计的一款新型非接触式超高频 UBM,其基本原理与 UBM 相同,但分辨率更高,可用于 ICL 术前的筛查^[7-9]。目前,关于这 2 种超声设备在 ICL 术前眼前节相关参数测量的一致性和差异性研究较少,采用 ArcScan Insight 100 测量 ICL 术前眼前节

生物学参数也鲜有报道。本研究旨在比较 UBM 与 ArcScan Insight 100 测量近视患者眼前节生物学参数的一致性,以期 ICL 植入术提供更准确的参数。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用横断面研究方法,纳入 2023 年 3—5 月于河南省立眼科医院拟行 V4c ICL 植入术的近视患者 70 例 70 眼,其中男 12 例 12 眼,女 58 例 58 眼,均纳入右眼数据;年龄 21~35 岁,平均 (26.81±3.89) 岁;术前等效球镜度为 -4.00~-18.00 D,平均 (-9.52±2.31) D。纳入标准:(1) 年龄 > 18 岁;(2) 屈光度数稳定 (每年近视屈光度数增长不超过 0.5 D) 2 年以上。排除标准:(1) 患有眼表疾病、其他眼部器质性病变及系统性疾病者;(2) 有眼部外伤史及手术史者。本研究遵循《赫尔辛基宣言》,并获得河南省立眼科医院伦理委员会批准 [批文号: HNEECKY-2021(13)], 所有患者均了解本研究目的和意义并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 一般检查及眼前节生物学参数测量 所有受检者均进行视力、最佳矫正视力、屈光度、眼压、角膜内皮细胞密度检查。ArcScan Insight 100 (美国 ArcScan 公司) 和 UBM (MD-300L, 天津迈达有限责任公司) 检查分别由 2 名操作熟练的医师进行, 先行 ArcScan

Insight100 检查,间隔 30 min 后再行 UBM 检查,各种仪器均重复测量 3 次。(1)ArcScan Insight 100 检查 受检者取坐位,下颌置于下颌托上,眼浸入软边双眼,调整受检者瞳孔位于扫描图像中央时,通过阀门向眼杯内注满生理盐水,嘱受检者睁大双眼,当从屏幕上观察到受检眼充分暴露在液体中时开始扫描,使用 ArcScan Insight 100 软件进行各眼前节生物学参数测量并记录。(2)UBM 检查 受检者取仰卧位,结膜囊内点盐酸丙美卡因滴眼液行眼表麻醉,根据睑裂大小选用合适的眼杯并放置于结膜囊内,注入适量介质,50 MHz 机械线性扫描探头侵入介质内做 360°全周扫描,并记录钟点位,采用 UBM 软件对全部眼前节生物学参数进行手动绘制和测量后记录。

1.2.2 评估指标 两侧房角隐窝间距 (angle to angle, ATA)、水平睫状沟-睫状沟距离 (sulcus to sulcus, STS)、前房深度 (anterior chamber depth, ACD)、晶状体矢高 (crystalline lens rise, CLR)、前房宽度 (anterior chamber width, ACW)、睫状突内径 (ciliary body inner diameter, CBID)、前房角度 (anterior chamber angle, ACA)、睫状突角 (trabecular-ciliary process angle, TCA) 和最大睫状体厚度 (maximum ciliary body thickness, CBTmax)。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行统计分析。计量资料经 Kolmogorov-Smirnov 检验证实符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。各仪器 3 次重复测量结果比较采用组内相关系数 (intra-class correlation coefficient, ICC)、组内标准差 (within-subject standard deviation, Sw)、组内变异系数 (coefficient of variation, CoV)、重复性系数 (coefficient of repeatability, CoR)。采用重复测量方差分析来估计各指标重复测量值的差异性;各仪器测量值经 Levene 检验证实方差齐,不同仪器间各参数测量值比较采用配对 t 检验,采用 Bland-Altman 分析评价 2 种仪器测量值的一致性,并计算 95% 一致性区间 (limits of agreement, LoA);采用 Pearson 相关分析评估 2 种仪器测量参数间的相关性。采用 Graphpad Prism

9.5 软件绘制 Bland-Altman 图。采用双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 UBM 与 ArcScan Insight 100 测量生物学参数的重复性分析

UBM 各参数测量值均 $ICC > 0.9$;UBM 测量 ATA、STS、ACD、CLR、ACW、CBID、ACA、TCA 和 CBTmax 的 Sw 和 CoR 较小,且各参数的 $CoV < 1\%$,UBM 测量的重复性良好。各测量参数重复测量值比较,差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 1)。

ArcScan Insight 100 各测量参数的 ICC 值均 > 0.9 ;ArcScan Insight 100 的 Sw 和 CoR 较小,且 CoV 值均 $< 1\%$,ArcScan Insight 100 的重复性良好。各测量参数重复测量值比较,差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 2)。

2.2 UBM 与 ArcScan Insight 100 生物学参数测量均值比较

2 种仪器测量的 ACD、ACW、ACA 均值比较,差异均无统计学意义 ($t = 0.696, -1.025, -1.447$, 均 $P > 0.05$);UBM 测量的 ATA、STS、CLR 和 CBID 均值明显小于 ArcScan Insight 100, TCA 和 CBTmax 均值明显大于 ArcScan Insight 100, 差异均有统计学意义 ($t = -8.586, -12.551, -4.481, -4.420, 4.535, 7.812$, 均 $P < 0.05$) (表 3)。

表 1 UBM 各生物学参数重复性测量分析
Table 1 Repeatability measurement analysis of biological parameters by UBM

生物学参数	重复次数	ICC (95% CI)	Sw	CoR	CoV (%)	重复测量方差分析	
						F 值	P 值
ATA (mm)	3	0.918 (0.882, 0.946)	0.13	0.36	0.04	0.976	0.379
STS (mm)	3	0.947 (0.923, 0.965)	0.09	0.25	0.03	0.780	0.460
ACD (mm)	3	0.952 (0.930, 0.969)	0.05	0.15	0.09	1.918	0.151
CLR (mm)	3	0.906 (0.864, 0.937)	0.04	0.12	0.36	2.153	0.120
ACW (mm)	3	0.968 (0.953, 0.979)	0.09	0.25	0.04	0.321	0.726
CBID (mm)	3	0.980 (0.971, 0.987)	0.07	0.21	0.05	0.134	0.874
ACA (°)	3	1.000 (1.000, 1.000)	0.15	0.41	0.22	0.893	0.412
TCA (°)	3	1.000 (1.000, 1.000)	0.10	0.28	0.11	0.138	0.872
CBTmax (mm)	3	0.931 (0.900, 0.954)	0.04	0.12	0.13	2.450	0.090

注:UBM:超声生物显微镜;ICC:组内相关系数;CI:置信区间;Sw:组内标准差;CoR:重复性系数;CoV:变异系数;ATA:两侧房角隐窝间距;STS:水平睫状沟-睫状沟距离;ACD:前房深度;CLR:晶状体矢高;ACW:前房宽度;CBID:睫状突内径;ACA:前房角度;TCA:睫状突角;CBTmax:最大睫状体厚度

Note: UBM: ultrasound microscopy; ICC: intraclass correlation coefficient; CI: confidence interval; Sw: within subject standard deviation; CoR: coefficient of repeatability; CoV: coefficient of variation; ATA: angle to angle; STS: sulcus to sulcus; ACD: anterior chamber depth; CLR: crystalline lens rise; ACW: anterior chamber width; CBID: ciliary body inner diameter; ACA: anterior chamber angle; TCA: trabecular-ciliary process angle; CBTmax: maximum ciliary body thickness

2.3 UBM 与 ArcScan Insight 100 测量生物学参数的一致性分析

2 种仪器测量的 ATA、STS、ACD、CLR、ACW、CBID、ACA、TCA 和 CBTmax 差值分别为 0.38 mm、0.47 mm、-0.01 mm、0.07 mm、0.30 mm、0.26 mm、2.26°、-7.81° 和 -0.21 mm, 95%LoA 分别为 (-0.34, 1.10) mm、(-0.15, 1.09) mm、(-0.28, 0.26) mm、(-0.20, 0.35) mm、(-0.33, 0.93) mm、(-0.71, 1.23) mm、(-23.36°, 27.89°)、(-36.05°, 20.43°) 和 (-0.64, 0.23) mm (图 1)。2 种仪器测量的 ATA、STS、ACD、CLR、ACW、CBID 和 CBTmax 的 95%LoA 均较窄, 一致性良好, ACA 和 TCA 的 95%LoA 均较宽, 一致性较差。

2.4 UBM 与 ArcScan Insight 100 测量生物学参数相关性分析

UBM 与 ArcScan Insight 100 的 ACD 测量值呈强正相关($r = 0.827, P < 0.05$), ATA、STS、CLR、ACW 和 CBID 的测量值均呈中等正相关($r = 0.678、0.749、0.617、0.765、0.519$, 均 $P < 0.05$), ACA、TCA 和 CBTmax 测量值均无明显相关性($r = 0.270、0.032、0.178$, 均 $P > 0.05$) (图 2)。

3 讨论

ICL 植入术的安全性和有效性已得到证实^[10-11], 术前对患者眼前节结构的精确测量对选择合适的晶状体型号、预防 ICL 术后晶状体的旋转等不良反应有重要意义。相比于传统的光学设备, UBM^[12] 和 ArcScan Insight 100^[9] 均能直接测量眼球后房相关参数, 相比于 UBM, ArcScan Insight 100 具有更高的分辨率和更便捷的操作模式, 然而其针对近视患者临床测量的重复性尚不明确。本研究评估了 UBM 和 ArcScan Insight 100 测量的重复性, 分析 UBM 和 ArcScan Insight 100 之间的差异性、一致性和相关性, 为 ICL 更加安全且有效的植入提供帮助。

本研究显示 ArcScan Insight 100 测量的 ATA、STS、ACD、CLR、ACW、CBID、ACA、TCA 和 CBTmax 具有良好的重复性。同时, 本研究对 UBM 测量眼前节参数的重复性进行分析, UBM 在测量 STS 时具有良好的

表 2 ArcScan Insight 100 各生物学参数重复性测量分析
Table 2 Repeatability measurement analysis of biological parameters by ArcScan Insight 100

生物学参数	重复次数	ICC (95% CI)	Sw	CoR	CoV (%)	重复测量方差分析	
						F 值	P 值
ATA (mm)	3	0.985 (0.978, 0.990)	0.17	0.47	0.04	1.311	0.273
STS (mm)	3	0.954 (0.933, 0.970)	0.10	0.28	0.04	1.537	0.219
ACD (mm)	3	0.987 (0.981, 0.992)	0.03	0.09	0.08	0.170	0.884
CLR (mm)	3	0.974 (0.962, 0.983)	0.03	0.09	0.38	2.058	0.132
ACW (mm)	3	0.981 (0.971, 0.987)	0.06	0.18	0.11	1.696	0.187
CBID (mm)	3	0.984 (0.976, 0.989)	0.06	0.18	0.04	0.692	0.502
ACA (°)	3	1.000 (1.000, 1.000)	0.06	0.18	0.24	0.920	0.401
TCA (°)	3	1.000 (1.000, 1.000)	0.09	0.26	0.08	1.107	0.333
CBTmax (mm)	3	0.948 (0.923, 0.965)	0.03	0.09	0.12	0.299	0.742

注: ICC: 组内相关系数; CI: 置信区间; Sw: 组内标准差; CoR: 重复性系数; CoV: 变异系数; ATA: 两侧房角隐窝间距; STS: 水平睫状沟-睫状沟距离; ACD: 前房深度; CLR: 晶状体矢高; ACW: 前房宽度; CBID: 睫状突内径; ACA: 前房角度; TCA: 睫状突角; CBTmax: 最大睫状体厚度

Note: ICC: intraclass correlation coefficient; CI: confidence interval; Sw: within subject standard deviation; CoR: coefficient of repeatability; CoV: coefficient of variation; ATA: angle to angle; STS: sulcus to sulcus; ACD: anterior chamber depth; CLR: crystalline lens rise; ACW: anterior chamber width; CBID: ciliary body inner diameter; ACA: anterior chamber angle; TCA: trabecular-ciliary process angle; CBTmax: maximum ciliary body thickness

重复性, 与既往研究结果相同^[13-14]。除此之外, 本研究增加了对 ATA、ACD、CLR、ACW、CBID、ACA、TCA 和 CBTmax 的分析, 发现其也具有良好的重复性。

本研究结果显示, UBM 与 ArcScan Insight 100 的 ACD、ACW、ACA 测量均值差异均无统计学意义, 2 种仪器测量 ACD、ACW 的差值分别为 -0.01 和 0.20 mm, 95%LoA 分别为 (-0.28, 0.26) 和 (-0.33, 0.93) mm, 相关性分析显示 UBM 与 ArcScan Insight 100 的 ACD 测量值呈强正相关, ACW 测量值呈中等正相关, 表明二者测量一致性较好。Yu 等^[15] 对白内障患者眼前节生物学参数进行测量发现, UBM 的 ACD 测量值大于 AS-OCT 测量值, 差异有统计学意义, 这或许与 2 种仪器的测量原理不同有关。Tang 等^[16] 在 ICL 植入术前利用 CASIA2 获得近视患者的 ACW 测量值为 (11.663±0.282) mm, 与本研究 ArcScan Insight 100 的 ACW 测量值较为接近。而 Ni 等^[17] 测量窄睫状沟宽度组、中等睫状沟宽度组和宽睫状沟宽度组的 ACA 分别为 39.0°、37.7° 和 38.8°, 与本研究显示的 ACA 测量值有较大差异, 或许是因为 ACA 测量方法不同。而 UBM 与 ArcScan Insight 100 的 ACA 测量值虽无明显差异, 但 95%LoA 范围较大, 一致性较差, 这可能是 UBM 测量时采用仰卧位, 由于重力关系, 受检者虹膜晶状体隔膜向前移位, 使房角变窄引起的^[18]。

STS 值决定了 ICL 晶状体尺寸大小的选择^[19]。目前, 临床上主要通过 STAAR Surgical 公司的在线计

表 3 UBM 与 ArcScan Insight 100 生物学参数测量均值比较($\bar{x}\pm s$)Table 3 Comparison of the mean values of biological parameters measured by UBM and ArcScan Insight 100 ($\bar{x}\pm s$)

仪器	测量次数	ATA (mm)	STS (mm)	ACD (mm)	CLR (mm)	ACW (mm)	CBID (mm)	ACA (°)	TCA (°)	CBTmax (mm)
UBM	3	11.52±0.48	11.72±0.41	3.06±0.24	0.39±0.15	11.53±0.49	10.62±0.53	45.83±10.23	111.89±11.92	1.51±0.19
ArcScan Insight 100	3	11.89±0.43	12.19±0.47	3.04±0.23	0.47±0.17	11.68±1.30	10.88±0.47	48.09±11.36	104.08±8.49	1.30±0.15
<i>t</i> 值		-8.586	-12.551	0.696	-4.481	-1.025	-4.420	-1.447	4.535	7.812
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	0.489	<0.001	0.309	<0.001	0.152	<0.001	<0.001

注: (配对 *t* 检验) UBM: 超声生物显微镜; ATA: 两侧房角隐窝间距; STS: 水平睫状沟-睫状沟距离; ACD: 前房深度; CLR: 晶状体矢高; ACW: 前房宽度; CBID: 睫状突内径; ACA: 前房角度; TCA: 睫状突角; CBTmax: 最大睫状体厚度

Note: (Paired *t*-test) UBM: ultrasound microscopy; ATA: angle to angle; STS: sulcus to sulcus; ACD: anterior chamber depth; CLR: crystalline lens rise; ACW: anterior chamber width; CBID: ciliary body inner diameter; ACA: anterior chamber angle; TCA: trabecular-ciliary process angle; CBTmax: maximum ciliary body thickness

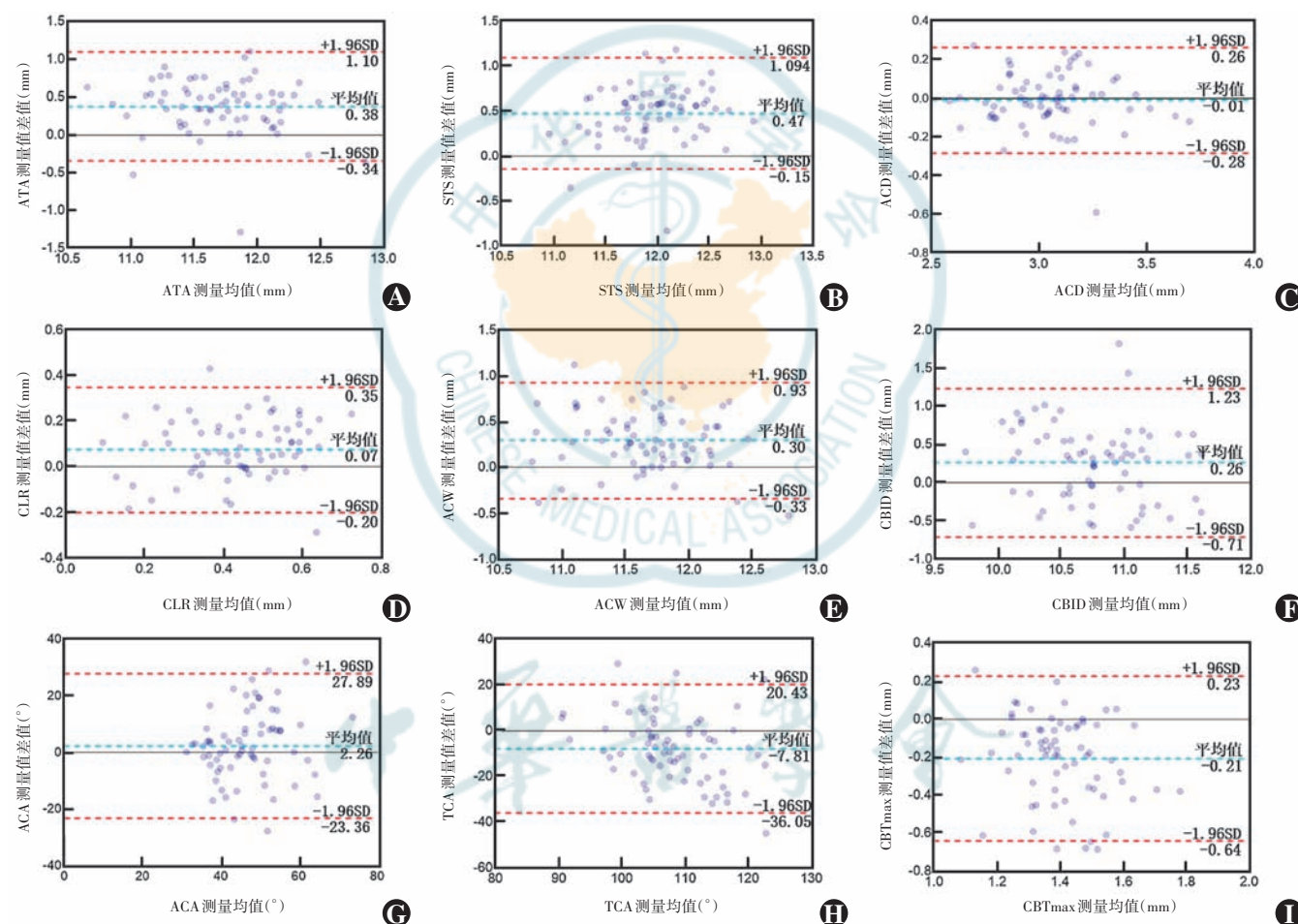


图 1 UBM 与 ArcScan Insight 100 测量眼前节参数一致性 Bland-Altman 图 A: ATA B: STS C: ACD D: CLR E: ACW F: CBID

G: ACA H: TCA I: CBTmax UBM: 超声生物显微镜; ATA: 两侧房角隐窝间距; STS: 水平睫状沟-睫状沟距离; ACD: 前房深度; CLR: 晶状体矢高; ACW: 前房宽度; CBID: 睫状突内径; ACA: 前房角度; TCA: 睫状突角; CBTmax: 最大睫状体厚度

Figure 1 Bland-Altman diagram showing consistency of anterior segment parameters measured by UBM and ArcScan Insight 100 A: ATA B: STS C: ACD D: CLR E: ACW F: CBID G: ACA H: TCA I: CBTmax UBM: ultrasound microscopy; ATA: angle to angle; STS: sulcus to sulcus; ACD: anterior chamber depth; CLR: crystalline lens rise; ACW: anterior chamber width; CBID: ciliary body inner diameter; ACA: anterior chamber angle; TCA: trabecular-ciliary process angle; CBTmax: maximum ciliary body thickness

算订购系统来确定 ICL 尺寸,该系统主要基于 WTW 和 ACD 来预测 STS 水平。但有研究表明,外部测量的 WTW 与 STS 之间的相关性较弱,而 ATA 与 STS 之间存在显著相关性,从而推出基于 ATA 参数的另一种

KS 计算公式^[20-22]。因此,准确测量 ATA 值和 STS 值对于 ICL 尺寸选择至关重要^[19,23]。本研究中 UBM 和 ArcScan Insight 100 的 ATA 和 STS 差值分别约为 0.37 和 0.47 mm,95% LoA 分别为 (-0.34, 1.10) 和

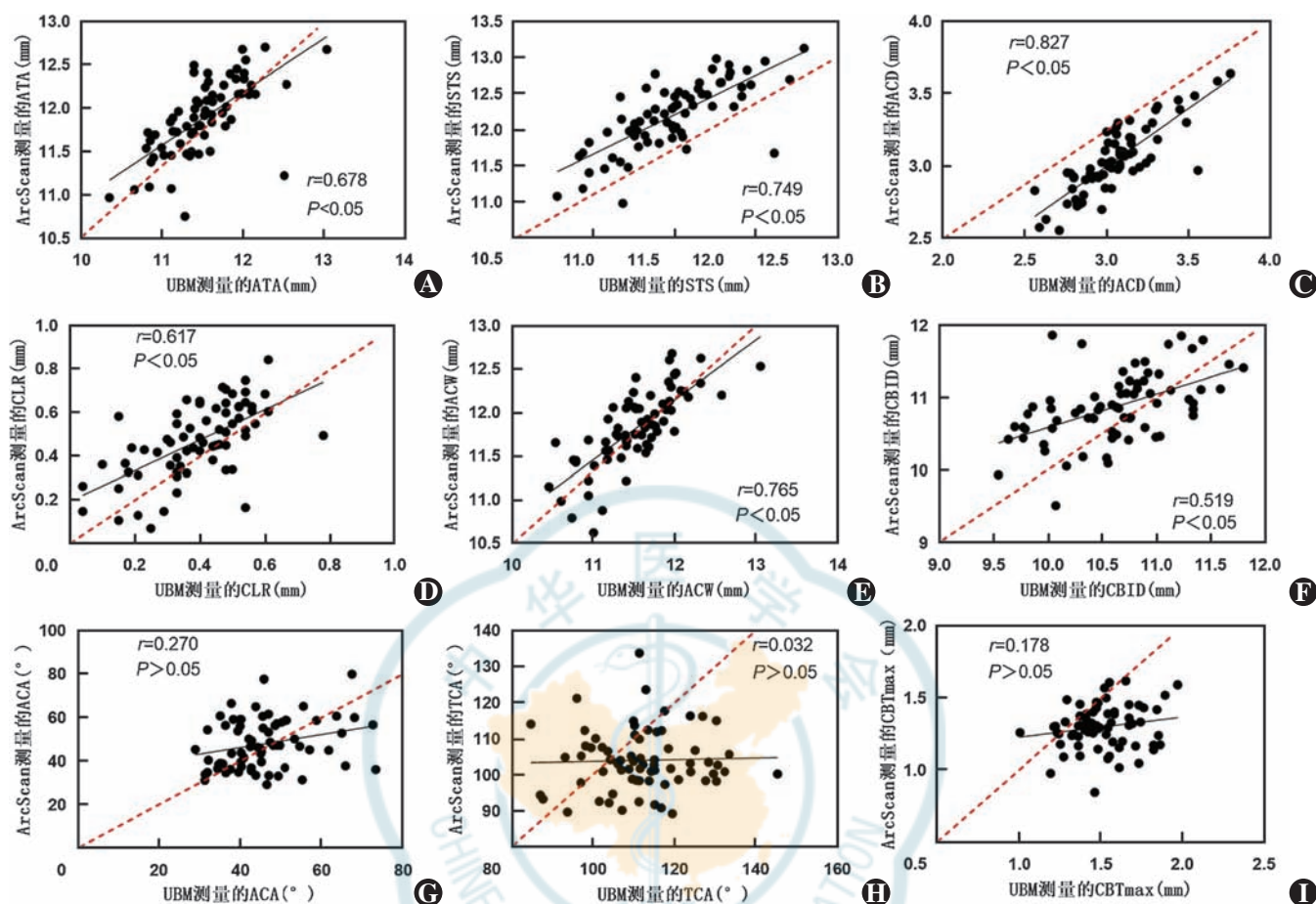


图2 UBM与ArcScan Insight 100测量眼前节参数相关性散点图(Pearson相关分析; $n=70$) A:ATA B:STS C:ACD D:CLR E:ACW F:CBID G:ACA H:TCA I:CBTmax 红色虚线表示 $y=x$ 线 UBM:超声生物显微镜;ATA:两侧房角隐窝间距;STS:水平睫状沟-睫状沟距离;ACD:前房深度;CLR:晶状体矢高;ACW:前房宽度;CBID:睫状突内径;ACA:前房角度;TCA:睫状突角;CBTmax:最大睫状体厚度

Figure 2 Scatter plot showing correlation of anterior segment parameters measured by UBM and ArcScan Insight 100 (Pearson correlation analysis; $n=70$) A:ATA B:STS C:ACD D:CLR E:ACW F:CBID G:ACA H:TCA I:CBTmax Red dotted line indicated $y=x$ line UBM:ultrasound microscopy;ATA:angle to angle;STS:sulcus to sulcus;ACD:anterior chamber depth;CLR:crystalline lens rise;ACW:anterior chamber width;CBID:ciliary body inner diameter;ACA:anterior-chamber angle;TCA:trabecular-ciliary process angle;CBTmax:maximum ciliary body thickness

($-0.15, 1.09$) mm,且ATA与STS的测量值呈正相关,因此具有良好的一致性。Petermeier等^[24]采用50 MHz UBM测量50眼人工晶状体眼的ATA值为(11.43 ± 0.50) mm;Li等^[25]采用UBM和ArcScan Insight 100测量20眼健康人眼的ATA值分别为(12.03 ± 0.64)和(11.71 ± 0.73) mm,均与本研究UBM和ArcScan Insight 100的测量值相近。Biermann等^[26]采用UBM测量近视患者的水平位STS为(12.22 ± 0.48) mm,Ghoreishi等^[27]采用50 MHz UBM测量的水平位STS为(11.87 ± 0.57) mm,与本研究一致。但是UBM测量ATA和STS均值明显小于ArcScan Insight 100,临床上仍不可忽略。尽管2种仪器测量ATA、STS值的一致性良好,但不同型号的UBM机器分辨率不同,图像清晰度不同,这对分辨房角隐窝和睫状沟等细微结构造成困难^[14],而ArcScan Insight 100可提供超高分辨率图像,有助于准确找到

房角隐窝和睫状沟位置,这也是2种设备测量的ATA、STS均值不同的可能原因。

CLR基于ATA的晶状体矢高,与晶状体弧的比例一定程度上可预测拱高^[17]。Yiming等^[28]研究表明拱高与CBTmax呈正相关,与TCA呈负相关,且CBID、TCA和CBTmax也与ICL袢脚位置有关。CLR、CBID、TCA和CBTmax的测量值均受自身视远视近调节的影响,在人群中睫状肌-悬韧带-晶状体调节系统可影响睫状体的形态和位置,但其与具体参数的相关性尚不明确^[29]。在本研究中,UBM的CLR、CBID平均测量值均明显小于ArcScan Insight 100,95%LoA均窄,且均呈正相关,表明2种设备测量CLR和CBID的一致性良好,这与本研究中ATA和STS如前所述的原理相同,操作误差、处理软件差异以及图像分辨率的问题可能引起均值的差异。UBM的TCA、CBTmax平均测量值明显大于ArcScan Insight 100,其差值分别为 -7.81°

和 -0.21 mm ,但 95% LoA 较宽且呈无相关,2 种设备测量 TCA、CBTmax 的一致性较差。TCA 大小显示了睫状突与虹膜位置的相应关系,CBTmax 能简易反映睫状突突起高度,2 种仪器的 TCA、CBTmax 一致性较差,这或许与 2 种仪器测量时间不完全一致且体位也不尽相同,而发生的睫状体自身运动对睫状体本身,即睫状突的位置和高度造成相应影响有关。

综上所述,本研究中 ArcScan Insight 100 和 UBM 眼前节生物学参数测量均具有较好的重复性,虽然 ACA、TCA 和 CBTmax 测量值可能受到自身调节影响差异性较大,一致性较差,但是用于 ICL 术前评估的 ATA 和 STS 关键参数一致性均良好,表明 2 种仪器可相互替代。本研究结果表明,ArcScan Insight 100 设备可靠,可在 ICL 术前检查中提供更好的帮助。然而,本研究尚存在一些不足:首先,本研究中采用的参数均为水平位置的测量,未来需进一步扩大不同角度的生物学参数;其次,本研究纳入样本量较小,纳入人群为年轻近视患者且女性人数明显多于男性,未来仍需增加样本量,优化样本男女比例,并进一步探索白内障人群及其他眼部疾病患者人群眼前节生物学参数测量值一致性。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 孙瑞瑞:研究设计、数据收集、数据整理与分析、论文撰写;李金:选题及研究设计、对文章的知识性内容作批评性审阅;曹可盈:数据收集与整理;张炜晨、谢梦:数据收集;庞辰久:选题及研究设计、研究指导、对文章的知识性内容作批评性审阅及定稿

参考文献

- Montés-Micó R, Ruiz-Mesa R, Rodríguez-Prats JL, et al. Posterior-chamber phakic implantable collamer lenses with a central port: a review [J/OL]. *Acta Ophthalmol*, 2021, 99 (3): e288-e301 [2025-03-11]. <http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32841517>. DOI: 10.1111/aos.14599.
- Packer M. Meta-analysis and review: effectiveness, safety, and central port design of the intraocular collamer lens [J]. *Clin Ophthalmol*, 2016, 10: 1059-1077. DOI: 10.2147/OPTH.S111620.
- Guber I, Mouvet V, Bergin C, et al. Clinical outcomes and cataract formation rates in eyes 10 years after posterior phakic lens implantation for myopia [J]. *JAMA Ophthalmol*, 2016, 134 (5): 487-494. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2016.0078.
- Nam SW, Lim DH, Hyun J, et al. Buffering zone of implantable collamer lens sizing in V4c [J]. *BMC Ophthalmol*, 2017, 17 (1): 260. DOI: 10.1186/s12886-017-0663-4.
- Riva I, Micheletti E, Oddone F, et al. Anterior chamber angle assessment techniques: a review [J]. *J Clin Med*, 2020, 9 (12): 3814. DOI: 10.3390/jcm9123814.
- Wei R, Cheng M, Niu L, et al. Outcomes of the EVO ICL using a customized non-horizontal or horizontal implanting orientation based on UBM measurement: a pilot study [J]. *Ophthalmol Ther*, 2022, 11 (3): 1187-1198. DOI: 10.1007/s40123-022-00498-8.
- Silverman RH. Focused ultrasound in ophthalmology [J]. *Clin Ophthalmol*, 2016, 10: 1865-1875. DOI: 10.2147/OPTH.S99535.
- Ruan X, Liang C, Xia Z, et al. *In-vivo* lens biometry using the novel ultrasound biomicroscopy [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9: 777645. DOI: 10.3389/fmed.2022.777645.
- Wang H, Zhang B, Du W, et al. The optimization of the vault-predicting formula based on the anterior segment measurements from artemis insight 100 [J]. *Sci Rep*, 2024, 14 (1): 13296. DOI: 10.1038/s41598-024-64390-0.
- Sanders DR, Schneider D, Martin R, et al. Toric implantable collamer lens for moderate to high myopic astigmatism [J]. *Ophthalmology*, 2007, 114 (1): 54-61. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.08.049.
- Bhikoo R, Rayner S, Gray T. Toric implantable collamer lens for patients with moderate to severe myopic astigmatism: 12-month follow-up [J]. *Clin Exp Ophthalmol*, 2010, 38 (5): 467-474. DOI: 10.1111/j.1442-9071.2010.02273.x.
- Oh J, Shin HH, Kim JH, et al. Direct measurement of the ciliary sulcus diameter by 35-megahertz ultrasound biomicroscopy [J]. *Ophthalmology*, 2007, 114 (9): 1685-1688. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.12.018.
- Li DJ, Wang NL, Chen S, et al. Accuracy and repeatability of direct ciliary sulcus diameter measurements by full-scale 50-megahertz ultrasound biomicroscopy [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2009, 122 (8): 955-959.
- Yokoyama S, Kojima T, Horai R, et al. Repeatability of the ciliary sulcus-to-sulcus diameter measurement using wide-scanning-field ultrasound biomicroscopy [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2011, 37 (7): 1251-1256. DOI: 10.1016/j.jcrs.2011.01.024.
- Yu Z, Wang F, Dong F, et al. Comparison of ocular morphological parameters related to lens position by anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy [J]. *Int J Clin Pract*, 2022, 2022: 7599631. DOI: 10.1155/2022/7599631.
- Tang C, Sun T, Sun Z, et al. Evaluation of biometric indicators of anterior segment parameters after ICL implantation by swept-source optical coherence tomography [J]. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23 (1): 193. DOI: 10.1186/s12886-023-02942-0.
- Ni Y, Wu Y, Dong Y, et al. Lens height parameters comparison according to ciliary sulcus width (CSW): a pilot study of the predictive role of CLR and STSL for vault after ICL implantation [J]. *BMC Ophthalmol*, 2024, 24 (1): 355. DOI: 10.1186/s12886-024-03631-2.
- Sano R, Kurokawa T, Kurimoto Y, et al. Comparison between the anterior chamber configuration in the supine position and that in the prone position in patients with narrow angle [J]. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*, 2001, 105 (6): 388-393.
- Tang C, Chen J, Liu Y, et al. Assessing the efficacy of four methods established by four parameters in ICL size selection and relevant influencing factors: a prospective cohort study [J]. *Int Ophthalmol*, 2023, 43 (12): 4861-4867. DOI: 10.1007/s10792-023-02888-8.
- Nakamura T, Isogai N, Kojima T, et al. Implantable collamer lens sizing method based on swept-source anterior segment optical coherence tomography [J]. *Am J Ophthalmol*, 2018, 187: 99-107. DOI: 10.1016/j.ajo.2017.12.015.
- Nakamura T, Isogai N, Kojima T, et al. Optimization of implantable collamer lens sizing based on swept-source anterior segment optical coherence tomography [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2020, 46 (5): 742-748. DOI: 10.1097/j.jcrs.000000000000134.
- Nakamura T, Nishida T, Isogai N, et al. Evaluation of implantable collamer lens sizing developed by reviewing the horizontal compression-vault coefficient [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2023, 49 (5): 525-530. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000001140.
- Trancón AS, Manito SC, Sierra OT, et al. Determining vault size in implantable collamer lenses: preoperative anatomy and lens parameters [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2020, 46 (5): 728-736. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000146.
- Petermeier K, Suesskind D, Altpeter E, et al. Sulcus anatomy and diameter in pseudophakic eyes and correlation with biometric data: evaluation with a 50 MHz ultrasound biomicroscope [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2012, 38 (6): 986-991. DOI: 10.1016/j.jcrs.2011.12.027.
- Li X, Chang P, Li Z, et al. Agreement between anterior segment parameters obtained by a new ultrasound biomicroscopy and a swept-source fourier-domain anterior segment optical coherence tomography [J]. *Expert Rev Med Devices*, 2020, 17 (12): 1333-1340. DOI: 10.1080/17434440.2020.1848541.
- Biermann J, Bredow L, Boehringer D, et al. Evaluation of ciliary sulcus diameter using ultrasound biomicroscopy in emmetropic eyes and myopic eyes [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2011, 37 (9): 1686-1693. DOI: 10.1016/j.jcrs.2011.03.048.
- Ghoreishi M, Abdi-Shahshahani M, Peyman A, et al. A model for predicting sulcus-to-sulcus diameter in posterior chamber phakic intraocular lens candidates: correlation between ocular biometric parameters [J]. *Int Ophthalmol*, 2019, 39 (3): 661-666. DOI: 10.1007/s10792-018-0859-5.
- Yiming Y, Xi C, Huan Y, et al. Evaluation of ciliary body morphology and position of the implantable collamer lens in low-vault eyes using ultrasound biomicroscopy [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2023, 49 (11): 1133-1139. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000001285.
- 马嘉, 陈晓明. 人眼睫状体在调节中形态与位置的动态变化 [J]. *中华眼科杂志*, 2004, 40 (9): 590-596. DOI: 10.3760/j.issn:0412-4081.2004.09.005.
- Ma J, Chen XM. Dynamic changes of configuration and position of



human ciliary body during accommodation [J]. Chin J Ophthalmol, 2004, 40(9): 590-596. DOI: 10. 3760/j. issn: 0412-4081. 2004. 09. 005.

(收稿日期:2025-03-14 修回日期:2025-06-19)

(本文编辑:张宇 骆世平)

· 病例报告 ·

先天性视网膜巨血管症 2 例:扫频源 OCT 和 OCTA 影像特征

吴鹏伟 郭晓红 雷博

河南省人民医院眼科 郑州大学人民医院眼科 河南省立眼科医院,郑州 450003

通信作者:雷博,Email:bolei99@126.com

Two cases with congenital retinal macrovessel: imaging characteristics on swept-source OCT and OCTA

Wu Pengwei, Guo Xiaohong, Lei Bo

Department of Ophthalmology, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou University People's Hospital,

Henan Eye Hospital, Zhengzhou 450003, China

Corresponding author: Lei Bo, Email: bolei99@126.com

DOI: 10. 3760/cma. j. cn115989-20210823-00474

患者 1, 女, 7 岁, 因体检发现左眼视力不佳 1 周至河南省立眼科医院就诊。既往体健, 母亲孕期无感染史, 足月产, 无宫内缺氧史, 家族中无类似病史。眼部常规检查: 双眼眼球震颤, 矫正视力右眼 1.0, 左眼 0.3; 眼压右眼 20 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa), 左眼 16 mmHg; 双眼前节未见异常。右眼底检查正常; 左眼彩色眼底照相发现颞下分支视网膜静脉走行异常, 分支呈树枝状侵入黄斑区, 中心凹光反射消失 (图 1A)。共聚焦扫描高亮度眼底镜 (confocal scanning superluminescent ophthalmoscope, cSSO) 检查发现颞下分支视网膜静脉穿出视乳头处管径明显增粗, 颞下静脉第 2 次分叉后, 向上走行并分叉, 其中一支继续分叉并跨越黄斑区, 另一支向黄斑颞侧走行, 众多分支延伸呈花树状 (图 1B)。扫频源光学相干断层扫描 (swept source-optical coherence tomography, SS-OCT) 检查发现左眼黄斑视网膜内表面膜状高反射信号, 黄斑神经上皮层增厚, 中心凹抬高, 异常走行视网膜静脉及其分支位于视网膜浅层和深层 (图 1C)。临床诊断: 左眼先天性巨血管症 (congenital retinal macrovessel, CRM)。

患者 2, 女, 76 岁, 因双眼视物模糊半年至河南省立眼科医院就诊。眼部常规检查: 矫正视力右眼 0.6, 左眼 0.2; 眼压右眼 13 mmHg, 左眼 14 mmHg; 双眼晶状体混浊, 余眼前节未见异常。眼底检查右眼异常视网膜大血管自颞上发出向黄斑延伸, 环绕中心凹颞侧, 无渗出或出血 (图 2); 左眼底正常。扫频源光学相干断层扫描血管成像 (optical coherence tomography

angiography, OCTA) 显示右眼视网膜异常血管环绕中心凹颞侧, 中心凹无血管区 (foveal avascular zone, FAZ) 形态不规则, 在浅层血管网水平, 清晰显示异常大血管的主干及分支, 并表明血管来源于静脉; 异常大血管从浅层向深层逐渐长入, 并不断分叉、延伸, 而正常视网膜的大血管仅局限于浅层血管网 (图 3)。临床诊断: 右眼 CRM。

讨论: CRM 是一种眼底罕见的先天性异常粗大的视网膜血管疾病。血管可供应或回流视网膜水平缝上下两侧的血流。粗大血管通常起源于单侧静脉, 在少数情况下起源于动脉, 也可以是动脉和静脉^[1-3], 对视力影响很小。当 CRM 累及黄斑中心凹或伴有并发症时, 可致视力下降。以往 CRM 常需要使用荧光血管造影检查确诊^[4]。本文应用 SS-OCT 和 OCTA 成功诊断 2 例 CRM。

国内外对 CRM 的报道并不多见。因多数患者视力并未受到影响, 因此可能不会就医。在临床工作中, CRM 多为偶然发现或合并并发症致视力下降而被发现。偶然发现的 CRM 患者, 通常视力正常, 眼底可见异常视网膜大血管, 荧光血管造影检查未见渗漏, 随访病情稳定, 无需治疗。视力下降的 CRM 患者, 相关的报道大多数与异常血管累及黄斑或出现并发症有关, 如合并黄斑出血、黄斑囊样水肿、黄斑神经上皮浆液性脱离、玻璃体出血、视网膜动脉或静脉阻塞或异常血管穿过黄斑中心凹无血管区。Chawla 等^[5]报道了 1 例 CRM, 患者自幼单眼视力不佳, 推测与 FAZ 扭曲有关。Goel 等^[6]报道了 1 例先

天性视网膜大血管继发玻璃体出血导致视力下降的病例, 强调了这种异常视网膜血管的潜在出血并发症。Ipek 等^[7]报道了一例 13 岁男性单侧 CRM 合并黄斑囊样水肿伴黄斑神经上皮浆液性脱离患者, 其黄斑水肿在 6 周内自发消退。Pichi 等^[8]对 CRM 进行了迄今规模最大的研究, 其报道的 49 例患者中

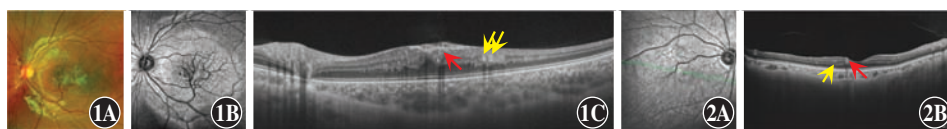


图 1 患者 1 患眼检查图像 A: 彩色眼底照相示颞下分支视网膜静脉走行异常, 呈树枝状侵入黄斑区 B: cSSO 扫描显示颞下分支视网膜静脉增粗、走行异常, 侵入黄斑区, 向上呈树枝状跨越黄斑区 C: OCT 示黄斑视网膜内表面膜状高反射信号, 黄斑神经上皮层增厚, 中心凹抬高。异常走行的视网膜静脉及其分支位于视网膜浅层 (红色箭头) 和深层 (黄色箭头) 图 2 患者 2 患眼检查图像 A: cSSO 扫描示异常的视网膜大血管自颞上发出向黄斑延伸, 环绕中心凹颞侧 B: OCT 示黄斑中心凹结构正常, 异常走行的视网膜血管位于视网膜浅层 (红色箭头) 和深层 (黄色箭头)