

· 临床研究 ·

# 根据超声生物显微镜和眼前节 OCT 图像对房角关闭机制进行分型的一致性研究

张焯 唐焯 王宁利

100730 北京,首都医科大学附属北京同仁医院 北京同仁眼科中心 北京市眼科学与视觉科学重点实验室(张焯、唐焯、王宁利);100005 北京市眼科研究所(王宁利)

通信作者:王宁利,Email:wningli@vip.163.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2016.10.016

**【摘要】** **背景** 房角关闭是引起原发性房角关闭性疾病(PACD)的病理基础,了解不同类型的房角关闭机制对于 PACD 的危险因素评估、预防及诊治有重要意义。临床多采用超声生物显微镜(UBM)对房角关闭机制进行分型,但该检查为接触性,在使用中具有一定的局限性。眼前节 OCT(AS-OCT)是一种非接触性的眼前节成像方法,能够对房角结构进行定性和定量评估。 **目的** 探讨根据 UBM 图像和 AS-OCT 图像对中国 PACD 患者房角关闭机制进行分型的一致性。 **方法** 采用横断面研究。纳入 2013 年 9-10 月在北京同仁医院就诊并接受 UBM 和 AS-OCT 检查的 PACD 患者。UBM 检查采集每眼上方、下方、鼻侧和颞侧 4 个方位的房角图像,AS-OCT 检查采取四线扫描模式(包括  $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 、 $45^{\circ} \sim 225^{\circ}$ 、 $90^{\circ} \sim 270^{\circ}$  和  $135^{\circ} \sim 315^{\circ}$ )对眼前节进行成像。根据 UBM 图像和 AS-OCT 图像分别进行房角关闭机制分型,并分为瞳孔阻滞型、睫状体前位型和周边虹膜肥厚型。每例受检眼的 4 张 UBM 图像及 4 张 AS-OCT 图像中分别至少 2 张显示相同的房角关闭机制分型作为该眼的 UBM 及 AS-OCT 分型。纳入符合标准的患眼,若双眼均符合标准则纳入右眼。用 Kappa 系数评估 AS-OCT 和 UBM 2 种方法对房角关闭机制分型结果的一致性。 **结果** 最终纳入 PACD 患者 40 例 40 眼,其中右眼 27 眼,左眼 13 眼。根据 UBM 图像及房角关闭机制的分型标准,瞳孔阻滞型 12 眼,占 30.0%;睫状体前位型 23 眼,占 57.5%;周边虹膜肥厚型 5 眼,占 12.5%。根据 AS-OCT 图像及房角关闭机制的分型标准,瞳孔阻滞型为 12 眼,占 30.0%。睫状体前位型 21 眼,占 52.5%;周边虹膜肥厚型 7 眼,占 17.5%。两种房角关闭机制分型方法间的 Kappa 值为 0.872,即高度一致。 **结论** 成功建立了根据 AS-OCT 图像对中国 PACD 患者房角关闭机制分型的标准,根据 AS-OCT 图像和 UBM 图像对房角关闭机制进行分型的判断结果高度一致。

**【关键词】** 房角关闭, 机制; 眼前节光学相干断层扫描仪; 超声生物显微镜; 一致性**基金项目:** 卫生行业科研专项基金项目(201002019)

## The reproducibility of mechanism categories of angle closure using ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography Zhang Ye, Tang Xin, Wang Ningli

Beijing Tongren Eye Center, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing Ophthalmology & Vision Science Key Lab, Beijing 100730, China (Zhang Y, Tang X, Wang NL); Beijing Institute of Ophthalmology, Beijing 100005, China (Wang NL)

Corresponding author: Wang Ningli, Email:wningli@vip.163.com

**【Abstract】** **Background** Angle closure is the pathological basis of primary angle-closure disease (PACD). Understanding different types of angle closure mechanisms is significant for evaluation of risk factors, prevention, diagnosis and treatment of PACD. Ultrasound biomicroscopy (UBM) is commonly used for investigating the types of angle closure mechanisms in clinical works. However, UBM is a contact examination, which limits its application. Anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) is a non-contact examination of anterior segment imaging, through which qualitative and quantitative evaluations of the anterior chamber angle can be made. **Objective** This study was to investigate the reproducibility of mechanism categories of angle closure based on AS-OCT images and UBM images. **Methods** Cross-sectional study was performed. PACD outpatients from September to October in

2013 in Beijing Tongren Hospital were enrolled and received both UBM and AS-OCT examinations. UBM images were obtained in superior, inferior, nasal and temporal quadrants of the anterior chamber. AS-OCT images were obtained in the "anterior segment quadrant" mode at 0–180, 45–225, 90–270, and 135–315 degree meridians. UBM and AS-OCT images were categorized into three dominant angle closure mechanisms: pupil block, anterior located ciliary body and thick peripheral iris roll, separately. And the same mechanism of at least two UBM/AS-OCT images of one eye was defined as the angle closure mechanism of this eye. If both eyes of one PACD patient were eligible for inclusion, the right eye was selected for analysis. The reproducibility of two examinations was evaluated by Kappa coefficients.

**Results** Finally 40 PACD patients (40 eyes, 27 right eyes and 13 left eyes) were enrolled for analysis. Based on UBM images, 12 eyes (30.0%) were classified as pupil block, 23 eyes (57.5%) as anterior located ciliary body and 5 eyes (12.5%) as thick peripheral iris roll. Based on AS-OCT, 12 eyes (30.0%) were classified as pupil block, 21 eyes (52.5%) as anterior located ciliary body and 7 eyes (17.5%) as thick peripheral iris roll. The Kappa coefficient for the classification of angle closure mechanisms was 0.870. **Conclusions** Criterion of angle closure mechanism categories based on AS-OCT images was established. Mechanism categories obtained from AS-OCT and UBM images showed a good reproducibility.

**[Key words]** Angle closure mechanism; Anterior segment optical coherence tomography; Ultrasound biomicroscopy; Reproducibility

**Fund program:** Research Special Fund of the Ministry of Health of the People's Republic of China (201002019)

原发性房角关闭性疾病(primary angle-closure disease, PACD)是指在促发因素的作用下,虹膜与小梁网发生接触或粘连,房角机械性阻塞关闭,房水流出受阻,继而导致眼压升高并最终发生视神经损害和视野缺损的一类疾病<sup>[1]</sup>。根据国际地域性和流行病学科学组的分类系统,PACD 被分为 3 个阶段:可疑原发性房角关闭(primary angle-closure suspect, PACS)、原发性房角关闭(primary angle-closure, PAC)和原发性闭角型青光眼(primary angle-closure glaucoma, PACG)<sup>[1-2]</sup>。PACD 患者在房角镜检查下存在贴附性或粘连性的房角关闭,因此房角关闭是引起 PACD 的病理基础,了解房角关闭机制对于 PACD 的危险因素评估、预防与治疗等均有重要意义。既往学者用房角镜检查等技术对 PACG 患者进行研究,发现房角关闭机制除单纯瞳孔阻滞外,尚有其他非瞳孔阻滞因素参与,并提出房角关闭机制多样性的假说<sup>[3-5]</sup>。但因房角镜等检查方法可能受多种因素干扰,使得检查结果较难统一<sup>[1,6]</sup>。超声生物显微镜(ultrasound biomicroscopy, UBM)是一种无创伤的接触性影像学检查方法,利用高频超声对眼前节组织结构进行检查,具有较好的可重复性<sup>[7-8]</sup>。王宁利等<sup>[6]</sup>利用 UBM 在广州地区的研究中首次证实中国 PACG 房角关闭机制的特殊性及多样性。UBM 检查属于接触性检查,存在感染的风险,检查时间长,并且对操作者的要求较高,不适用于常规检查以对房角关闭机制进行分型。眼前节 OCT(anterior segment OCT, AS-OCT)采用不可见光得到眼前节清晰的横断面图像,并可对眼前节和房角进行非接触性、定性/定

量的评估和测量<sup>[9-10]</sup>。AS-OCT 避免了对房角形态和瞳孔直径的影响,并且避免压迫眼球,使存在的房角关闭不会因为检查操作的干扰而被漏诊<sup>[9-11]</sup>。本研究希望建立根据 AS-OCT 图像对中国 PACD 患者房角关闭机制进行分型的标准,并探讨根据 AS-OCT 图像和 UBM 图像对房角关闭机制进行分型的一致性,以指导进一步的治疗。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用横断面研究设计。纳入于 2013 年 9–10 月在北京同仁医院就诊的 PACD 患者。纳入标准:静态房角镜检查( $\geq 180^\circ$ )看不到后部小梁网者;接受了 UBM 检查,并自愿接受 AS-OCT 检查者。排除标准:双眼视力差无法注视检查中视标者;使用胆碱受体激动剂等对虹膜或睫状体有影响的药物者;激光周边虹膜切除术(laser peripheral iridotomy, LPI)/周边虹膜成形术或内眼手术史者;继发性因素,如炎症、肿瘤、外伤、先天性畸形等引起眼前节结构改变者;有影响前房评价的结膜或角膜异常者;有急性房角关闭发作史者。若受检者只有一眼符合纳入标准,则纳入此眼;若双眼均符合上述条件,则纳入右眼进行分析。

### 1.2 方法

**1.2.1 眼科检查** 全部患者接受的眼部检查包括日常生活视力检查(国际标准视力表)、裂隙灯显微镜检查、非接触性眼压测量、房角镜检查、UBM 检查、AS-OCT 检查和眼底照相检查/直接检眼镜检查。使用

Goldmann 型单面房角镜,在裂隙灯显微镜下放大 25 倍进行检查。首先在第一眼位,不施加外力,用最窄的光带和最低的照明度进行静态检查,随后将光带调宽,通过加压或转动眼球的方法进行动态检查。所有房角镜检查由同一位研究者完成。

**1.2.2 UBM 检查及分型标准** SW-3200 UBM 检查(天津索维电子技术有限公司)采用 50 MHz 的线性扫描超声显微镜探头,分辨率可达 50 ~ 100 μm。检查室内光照度恒定,为 75 ~ 84 lx,受检者取仰卧位,受检眼质量分数 0.5% 盐酸丙美卡因滴眼液局部点眼 3 次进行表面麻醉,嘱其注视天花板标志。根据受检者睑裂大小选择合适的眼杯置于结膜囊内,在眼杯内放入适量接触剂(生理盐水),调整探头使其与角膜中央垂直,在操作探头时注视显示器上的影像,当所显示的影像稳定、清晰时,冻结图像,分别采集上方 12:00、水平 3:00、下方 6:00 和水平 9:00 的图像,双眼先后成像。按照每眼上方、下方、鼻侧和颞侧 4 个方位最清晰的 UBM 图像分别进行房角关闭机制的分型。若有图像显示存在多种机制时,则将每眼的 4 张图像中 2 张或以上(要求不在同一直线上)相同的机制作为该眼的房角关闭机制。分型标准如下:(1)瞳孔阻滞型 瞳孔缘相对位置靠前,虹膜向前膨隆,呈典型的隆起,房角狭窄或关闭(周边虹膜与巩膜突前角巩膜壁接触)(图 1A);(2)睫状体前位型 睫状突位置偏前,瞳孔缘相对位置靠后,虹膜相对平坦,房角狭窄或关闭(周边虹膜与巩膜突前角巩膜壁接触)(图 1B);(3)周边虹膜肥厚型 附着靠前、肥厚的周边虹膜在房角处堆积,瞳孔缘相对位置靠后,房角狭窄或关闭(周边虹膜

与巩膜突前角巩膜壁接触)(图 1C)<sup>[4]</sup>。

**1.2.3 AS-OCT 检查及分型标准** AS-OCT(Visante™, 美国蔡司公司)采用波长为 1 310 nm 的近红外光作为相干光源,轴向分辨率为 18 μm,横向分辨率为 60 μm。检查室内光照度恒定,约 78 lx,采取眼前节四线扫描模式(包括 0° ~ 180°、45° ~ 225°、90° ~ 270° 和 135° ~ 315°)对眼前节进行成像。检查方法:受检者取坐位,下颌置于下颌托上,前额紧贴额带;受检眼始终固视内部视标,以保持眼位的一致性;为了能更好地对 90° ~ 270° 的横截面进行成像,需用棉签轻轻牵拉上下眼睑防止遮挡角膜,但尽量避免在眼球上施压。选择成像最佳的图片予以保存,双眼先后成像。按照每例受检眼 4 个横截面 AS-OCT 图像分别进行房角关闭机制的分型,分为瞳孔阻滞型、睫状体前位型和周边虹膜肥厚型 3 种机制。若有图像显示存在多种机制时,则将 2 张或以上图像均显示的机制作为该眼的房角关闭机制。分型标准如下:(1)瞳孔阻滞型 虹膜向前膨隆,呈典型的隆起,瞳孔缘和晶状体前表面接触点相对虹膜根部附着点靠前,中央及周边前房浅,房角狭窄或关闭(周边虹膜与巩膜突前角巩膜壁接触)(图 2A);(2)睫状体前位型 虹膜从根部插入点陡然升高,随之与角巩膜壁成水平或向下的角度,中央虹膜平坦,中央前房深度正常或接近正常,周边前房浅,房角狭窄或关闭(周边虹膜与巩膜突前角巩膜壁接触)(图 2B);(3)周边虹膜肥厚型 虹膜较厚,周边呈现出卷曲折叠状从而占据大范围的房角,中央前房深度正常或接近正常,周边前房浅,房角狭窄或关闭(周边虹膜与巩膜突前角巩膜壁接触)(图 2C)。

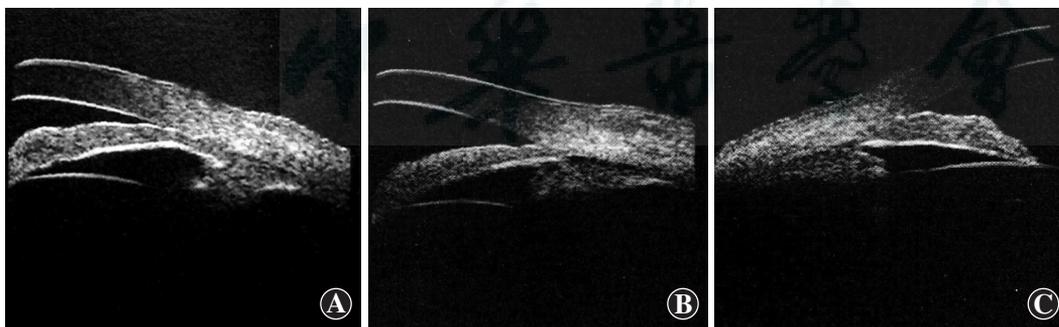


图 1 UBM 检查的房角关闭机制图像 A:瞳孔阻滞型房角关闭机制图像 B:睫状体前位型房角关闭机制图像 C:周边虹膜肥厚型房角关闭机制图像

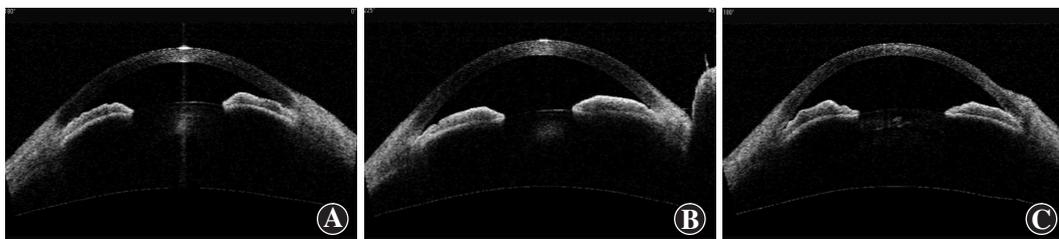


图 2 AS-OCT 检查的房角关闭机制图像 A:瞳孔阻滞型房角关闭机制图像 B:睫状体前位型房角关闭机制图像 C:周边虹膜肥厚型房角关闭机制图像

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 21.0 统计学软件(序列号:QA3AW8U62Z4 ZWTSPV44VXI65P59OLE547WHIQVZYWLARL9JEYQ EGDUBLH8Z3ZCJAL3FLXMS98V95TSDYI7FOEXUPRR, 美国 IBM 公司)进行统计分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 检验进行计量资料的正态性检验,正态分布数据以  $\bar{x} \pm s$  表示,非正态分布数据则用  $[M(Q_1, Q_3)]$  表示。采用 Kappa 系数评估 AS-OCT 和 UBM 2 种检查方法对房角关闭机制分型结果间的一致性<sup>[12-14]</sup>。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

本研究最终纳入 PACD 患者 40 例 40 眼,其中右眼 27 眼,左眼 13 眼;男 17 例,女 23 例;年龄 42 ~ 86 岁,平均(64.6 ± 9.5)岁;PACS 患者 11 例;PAC 患者 5 例;PACG 患者 24 例。受检眼的日常生活视力为 0.64 ± 0.35,眼压为(18.7 ± 6.7) mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa),眼底杯盘比为 0.57 ± 0.24。房角关闭机制的 UBM 图像分型结果显示,受检眼中瞳孔阻滞型 12 眼,占 30.0%;睫状体前位型 23 眼,占 57.5%;周边虹膜肥厚型 5 眼,占 12.5%。房角关闭机制的 AS-OCT 图像分型结果显示,受检眼中瞳孔阻滞型为 12 眼,占 30.0%;睫状体前位型 21 眼,占 52.5%;周边虹膜肥厚型 7 眼,占 17.5%。2 种房角关闭机制分型方法间的 Kappa 值为 0.872,即高度一致(表 1)。

表 1 UBM 与 AS-OCT 对房角关闭机制分型的一致性比较

UBM	AS-OCT			总眼数	Kappa	P
	瞳孔阻滞型(眼)	睫状体前位型(眼)	周边虹膜肥厚型(眼)			
瞳孔阻滞型(眼)	11	0	1	12	0.872	<0.001
睫状体前位型(眼)	1	21	1	23		
周边虹膜肥厚型(眼)	0	0	5	5		
总眼数	12	21	7	40		

注:UBM:超声生物显微镜;AS-OCT:眼前节 OCT

## 3 讨论

对 PACD 患者的房角关闭机制进行正确分型能够指导临床医师选择更合理和个体化的治疗方式,如瞳孔阻滞型可采取 LPI,周边虹膜肥厚型或睫状体前位型可采取缩瞳剂或激光周边虹膜成形术等<sup>[15]</sup>;对 PACD 患者 LPI 术后的房角再评价及预测房角是否有再关闭的可能性也十分重要<sup>[16]</sup>。王宁利等<sup>[6]</sup>应用 UBM 对中国 126 例 PACG 患者的房角及房角相关解剖结构进行了活体、实时、定性及半定量观察分析,将

PACG 房角关闭机制分为单纯性瞳孔阻滞型(占 38.1%)、单纯性非瞳孔阻滞型(占 7.1%,包括睫状体前位型和周边虹膜肥厚型)和多种机制共存型(占 54.8%),即多种机制共存型是中国人房角关闭的主要机制。但 UBM 属于接触性检查,存在感染风险,对检查设备及受检者配合度要求较高,并且眼杯内液体的向下作用力可能引起前房角结构的改变,干扰结果分析<sup>[17-18]</sup>。

AS-OCT 能够得到类似于 UBM 的眼前节图像(表 2)<sup>[19]</sup>,无需眼表麻醉或水浴,受检者舒适度较高,且避免了感染的风险<sup>[9-10,20]</sup>。有研究报道,AS-OCT 和 UBM 均可用于眼前节相关指标的测量,两种检查的结果是一致的,且相关性较好<sup>[21-22]</sup>。因此,本研究根据 PACD 患者 AS-OCT 图像制定房角关闭机制的定性分型标准,并将分型结果与 UBM 图像的分型结果进行比较,探讨两者之间的一致性。

表 2 AS-OCT 与 UBM 检查间的比较<sup>[19]</sup>

	AS-OCT	UBM
图像来源	光学	超声波
检查体位	坐位	仰卧位
是否接触	非接触性	接触性
操作者技术要求	低	高
轴向光学分辨率	18 μm	50 μm
房角能否清晰可见	能	能
房角定量测量	能	能
能否看见睫状沟	不能	能
能否看见后房	不能	能
屈光间质混浊时能否进行检查	能	能

注:AS-OCT:眼前节 OCT;UBM:超声生物显微镜

本研究中采用的房角关闭机制分型与王宁利等<sup>[6]</sup>报道的有所不同,以往研究将房角关闭机制分为单纯性瞳孔阻滞型、单纯性非瞳孔阻滞型(睫状体前位型)、单纯性非瞳孔阻滞型(周边虹膜肥厚型)及多种机制共存型,并发现中国 PACD 患者以多种机制共存型最多,单纯性非瞳孔阻滞型最少,甚至在某些研究中未发现<sup>[6,16,23-24]</sup>。本研究中采取的分型是尽量找到导致每例患眼房角关闭的主要机制作为该眼的房角关闭机制亚型。根据本研究中采取的分型方法能够在治疗中指导解决主要矛盾,使得治疗更具有针对性。

本研究中发现,并非每例受试眼的房角关闭机制都是均匀一致的,如睫状体前位并非在同一眼的 4 个检查位点中都存在,有的位点伴随睫状体前位,而有的位点无睫状体前位甚至存在睫状体滞后;周边虹膜厚度也存在这种现象,在同一眼中,有的位点周边虹膜厚

度相对偏厚,有的位点周边虹膜厚度正常,甚至偏薄。因此本研究采用每眼在不同直线上的 2 个或以上相同 UBM 图像房角关闭机制分型作为最终结果,而 AS-OCT 图像中也需要至少 2 个横截面的相同房角关闭机制分型作为最终结果。

UBM 检查能够清晰地显示虹膜、睫状体、晶状体赤道部、悬韧带、后房、周边玻璃体及脉络膜等解剖结构,AS-OCT 检查虽然无法观察到后房及睫状体形态,但能通过间接的征象对睫状体前位是否为房角关闭的主要机制进行判断。本研究中有 3 例患眼的 UBM 图像和 AS-OCT 图像判断的房角关闭机制分型不同:1 眼是根据 UBM 图像判断为睫状体前位型,但 AS-OCT 图像判断为瞳孔阻滞型;1 眼是根据 UBM 图像判断为睫状体前位型,但 AS-OCT 图像判断为周边虹膜肥厚型;1 眼是根据 UBM 图像判断为瞳孔阻滞型,但 AS-OCT 图像判断为周边虹膜肥厚型。前 2 例判断结果差异产生的主要原因可能与 AS-OCT 无法观察到后房的结构有关,第 3 例的差异可能是由于 UBM 检查对眼部有一定的压迫性,导致组织受到扰动,造成周边房角的加宽和周边虹膜厚度的改变。本研究中所有受检眼采用以往方式进行分型,发现单纯性瞳孔阻滞型 6 眼,占 15.0%,单纯性非瞳孔阻滞型(睫状体前位型)4 眼,占 10.0%,混合机制型 30 眼,占 75.0%,且 AS-OCT 和 UBM 2 种方法的分型结果完全一致。

综上所述,本研究中成功建立了根据 AS-OCT 图像对中国 PACD 患者进行房角关闭机制分型的标准,此种分型的结果与传统根据 UBM 图像分型的结果间具有高度一致性,提示在临床工作和科研中能够利用非接触性的 AS-OCT 检查对房角关闭机制进行分型,以进行有关发病机制的研究和指导针对性的治疗。

## 参考文献

- [1] Foster PJ, Buhrmann R, Quigley HA, et al. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys[J]. Br J Ophthalmol, 2002, 86(2): 238-242.
- [2] Thomas R, Parikh R, Muliyl J, et al. Five-year risk of progression of primary angle closure to primary angle closure glaucoma: a population-based study[J]. Acta Ophthalmol Scand, 2003, 81(5): 480-485.
- [3] Wang NL, Wu ZY, Liu H. Mechanism and etiology of primary chronic angle closure glaucoma[J]. Eye Science, 1994, 10(3): 186-192.
- [4] 王宁利, 周文炳, 叶天才, 等. 原发性闭角型青光眼的临床研究[J]. 中华眼科杂志, 1995, 31: 133-136.
- [5] Wang NL W, Zhou WB, Ye TC, et al. Studies of primary angle closure glaucoma in China[J]. Eye Science, 1997, 13(3): 120-124.
- [6] 王宁利, 欧阳洁, 周文炳, 等. 中国人闭角型青光眼房角关闭机制的研究[J]. 中华眼科杂志, 2000, 36(1): 46-51.  
Wang NL, Ou YJ, Zhou WB, et al. Multiple patterns of angle closure mechanisms in primary angle closure glaucoma in Chinese[J]. Chin J Ophthalmol, 2000, 36(1): 46-51.
- [7] 边俊杰. 原发性闭角型青光眼房角检查及关闭机制新进展[J]. 医学综述, 2011, 17(1): 104-107.
- [8] Pavlin CJ, Harasiewicz K, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment structures in normal and glaucomatous eyes[J]. Am J Ophthalmol, 1992, 113(4): 381-389.
- [9] Friedman DS, He M. Anterior chamber angle assessment techniques[J]. Surv Ophthalmol, 2008, 53(3): 250-273. DOI: 10.1016/j.survophthal.2007.10.012.
- [10] Radhakrishnan S, Rollins AM, Roth JE, et al. Real-time optical coherence tomography of the anterior segment at 1310 nm[J]. Arch Ophthalmol, 2001, 119(8): 1179-1185.
- [11] 李翠叶. SW-3200L 型全景超声生物显微镜的临床应用[J]. 医疗装备, 2012, 25(3): 1-2.  
Li CY. SW-3200 L panorama of the clinical application of ultrasonic biological microscope[J]. Chin J Med Dev, 2012, 25(3): 1-2.
- [12] 夏邦世, 吴金华. Kappa 一致性检验在检验医学研究中的应用[J]. 中华检验医学杂志, 2006, 29(1): 83-84.
- [13] Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data[J]. Biometrics, 1977, 33(1): 159-174.
- [14] Nicoletta MT, Drance SM, Broadway DC, et al. Agreement among clinicians in the recognition of patterns of optic disk damage in glaucoma[J]. Am J Ophthalmol, 2001, 132(6): 836-844.
- [15] 李思珍, 梁远波, 王宁利. 原发性闭角型青光眼的房角关闭机制[J]. 青岛大学医学院学报, 2009, 45(1): 86-88. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4488.2009.01.035.
- [16] 李定章, 谢程阳, 王宁利, 等. 原发性闭角型青光眼周边虹膜切除前后房角相关结构的研究[J]. 中国实用眼科杂志, 2000, 18(1): 14-17.  
Li DZ, Xie CY, Wang NL, et al. The angle and its associated structure's research of primary angle-closure glaucoma before and after periphery iridotomy[J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2000, 18(1): 14-17.
- [17] Marchini G, Pagliaruso A, Toscano A, et al. Ultrasound biomicroscopic and conventional ultrasonographic study of ocular dimensions in primary angle-closure glaucoma[J]. Ophthalmology, 1998, 105(11): 2091-2098. DOI: 10.1016/S0161-6420(98)91132-0.
- [18] Sakuma T, Sawada A, Yamamoto T, et al. Appositional angle closure in eyes with narrow angles: an ultrasound biomicroscopic study[J]. J Glaucoma, 1997, 6(3): 165-169.
- [19] 张舒心, 唐焯, 刘磊. 青光眼治疗学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 74-75.
- [20] 武芹, 党光福, 段练. 前节光学相干断层扫描在眼科领域的应用[J]. 国际眼科杂志, 2012, 12(9): 1689-1691. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5123.2012.09.23.  
Wu Q, Dang GF, Duan L. Application of anterior segment optical coherence tomography in ophthalmology[J]. Int Eye Sci, 2012, 12(9): 1689-1691. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5123.2012.09.23.
- [21] Dada T, Sihota R, Gadia R, et al. Comparison of anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy for assessment of the anterior segment[J]. J Cataract Refract Surg, 2007, 33(5): 837-840. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.01.021.
- [22] Mansouri K, Sommerhalder J, Shaarawy T. Prospective comparison of ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence tomography for evaluation of anterior chamber dimensions in European eyes with primary angle closure[J]. Eye (Lond), 2010, 24(2): 233-239. DOI: 10.1038/eye.2009.103.
- [23] 李思珍, 梁远波, 范肃洁, 等. 地区性窄房角患者的房角关闭机制类型分析[J]. 中国实用眼科杂志, 2009, 27(5): 445-447. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2009.05.006.  
Li SZ, Liang YB, Fan SJ, et al. Mechanism of angle-closure in patients with narrow angle in Handan Area with ultrasound biomicroscopy[J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2009, 27(5): 445-447. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2009.05.006.
- [24] 江兵, 叶雷, 田祥, 等. 原发性前房角关闭的发病机制[J]. 中国实用眼科杂志, 2013, 31(11): 1441-1444. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2013.11.018.  
Jiang B, Ye L, Tian X, et al. Mechanisms of angle closure in primary angle closure[J]. Chin J Pract Ophthalmol, 2013, 31(11): 1441-1444. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-4443.2013.11.018.

(收稿日期: 2016-01-29)

(本文编辑: 尹卫靖 刘艳 张宇)