

眼前段生物学结构与青光眼激发试验的关系

王忠浩,钟毅敏,李 媚,蔡小于,林 军,刘 杏*

(中山大学中山眼科中心//眼科学国家重点实验室,广东 广州 510060)

摘要:【目的】探讨房角狭窄者眼前段结构参数与青光眼暗室激发试验阳性的相关关系。【方法】回顾性分析 260 例房角狭窄者的眼前段生物学参数和青光眼暗室激发试验结果。所有患者应用超声生物显微镜定量测量眼前段生物学参数,包括前房深度(ACD)、瞳孔直径(PD)、晶状体矢高(LV)、周边虹膜厚度(IT)、虹膜膨隆度(IC)、房角开放距离(AOD)、小梁网-睫状突夹角(TCPA)和房角同位关闭的象限数(NPAC);所有患者均完成青光眼暗室激发试验。比较暗室激发试验阳性者与阴性者之间的眼前段结构差异,分析青光眼暗室激发试验中眼压升高的相关因素。【结果】房角狭窄者青光眼暗室激发试验的阳性率为 27.3%;暗室试验中眼压升高的幅度与 AOD($r = -0.249, P < 0.001$)、IC($r = -0.125, P = 0.043$)负相关,与 IT($r = 0.188, P = 0.002$)、NPAC($r = 0.305, P < 0.001$)正相关;暗室试验阳性者的 IT 和 NPAC 大于阴性者,AOD 小于阴性者。【结论】房角和虹膜参数与青光眼暗室激发试验结果相关,房角狭窄、房角同位关闭、厚虹膜是暗室激发试验阳性的危险因素。

关键词:青光眼暗室激发试验;超声生物显微镜;眼前段参数

中图分类号:R77 文献标志码:A 文章编号:1672-3554(2013)06-0926-06

Association of Quantitative Anterior Segment Parameters and Positive Dark-Room Provocative Test in Patients with Narrow Anterior Chamber Angle

WANG Zhong-hao, ZHONG Yi-min, LI Mei, CAI Xiao-yu, LIN Jun, LIU Xing*

(State Key Laboratory of Ophthalmology//Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, China)

Abstract: 【Objective】 To investigate the relationship of positive dark-room provocative test and anterior segment parameters measured by ultrasound biomicroscopy (UBM) in the patients with narrow anterior chamber angle. 【Methods】 Dark-room provocative test and anterior segment parameters measured by UBM were analyzed retrospectively in two hundred and sixty cases with narrow anterior chamber angle. Anterior chamber depth (ACD), pupil diameter (PD), lens vault (LV), peripheral iris thickness (IT), iris convex (IC), anterior chamber angle open distance (AOD), trabecular-meshwork ciliary process angle (TCPA), number of positional angle closure (NPAC) were quantitatively analyzed. All cases underwent provocative test. Difference of anterior parameters between eyes with positive and negative provocative test and parameters correlated with IOP elevation were analyzed. 【Results】 Seventy-one out of 260 patients had IOP elevation more than 8 mmHg at least in one eye. The total positive rate were 27.3%. IOP elevation in dark room provocative test was negatively correlated with AOD ($r = -0.249, P < 0.001$) and IC ($r = -0.125, P = 0.043$), and positively correlated with IT ($r = 0.188, P = 0.002$) and NPAC ($r = 0.305, P < 0.001$). IT(449.91 vs 422.36 μm ; $P < 0.001$) and NPAC (1.59 vs 0.62; $P < 0.001$) were greater and AOD (60.24° vs 98.7° ; $P < 0.001$) was smaller in patients with positive results than those with negative results. 【Conclusions】 Parameters of anterior chamber angle and iris were related with positive dark room test. Narrower chamber angle, appositional angle closure and thicker iris were risk factors for positive results in dark room provocative test.

Key words: dark room provocative test; ultrasound biomicroscopy; anterior segment parameters

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2013, 34(6): 926-931]

收稿日期:2013-04-10

基金项目:广东省自然科学基金(s201101006046)

作者简介:王忠浩,医学硕士,主治医师,E-mail:13580371685@163.com, Tel:13580371685; *通信作者:刘杏,医学博士,教授,博士生导师,E-mail:liuxing@mail.sysu.edu.cn

原发性闭角型青光眼是一种严重的致盲眼病,多发生于50岁以上人群,单眼致盲率高达45%^[1]。闭角型青光眼具有狭窄的眼前段结构,多种可能的因素引起的房角关闭、眼压升高是闭角型青光眼的共同机制^[2]。研究表明,前房深度、虹膜形态、晶状体位置、睫状突位置等眼前段结构都是房角狭窄和房角关闭的相关因素^[3-4],但由于测量手段的限制难以对上述所有结构同时观察测量以进行全面的分析;以往的研究也较少分析眼前段结构参数与病理性眼压升高的相关性。超声生物显微镜(ultrasound biomicroscopy,UBM)可以对眼段结构进行二维成像并定量分析眼前段结构参数^[5-6]。暗室激发试验能够在生理状态下激发房角狭窄者发生房角关闭和病理性眼压升高,对于研究房角关闭和眼压升高机制,早期筛查闭角型青光眼有重要的价值。本研究对一组房角狭窄患者进行UBM检查和暗室激发试验,以探索眼前段结构参数中与房角关闭和眼压升高相关的因素。

1 材料与方法

1.1 研究对象

所有研究对象来自2008年5月至2011年3月在中山眼科中心青光眼专科门诊就诊的患者,符合如下条件者纳入研究:①年龄 ≥ 40 岁,裂隙灯显微镜下周边前房深度小于1/4角膜厚度(Van Herick法),静态房角镜检查Scheie分级NⅢ~Ⅳ,动态房角镜检查无房角粘连;②双眼眼压小于21 mmHg,双眼视盘杯/盘比小于0.6,双眼差别小于0.2;③无眼部外伤史和手术史;④局部和全身未使用影响眼前段结构的药物(如散瞳和缩瞳药)⑤屈光度等效球镜小于 6 m^{-1} (即D)。共入选患者260例,男性36例,女性224例,平均年龄 60 ± 9 (40~84)岁。

1.2 研究方法

1.2.1 常规检查 所有入选对象均进行视力、验光、Goldmann眼压、裂隙灯显微镜和间接眼底镜检查。

1.2.2 房角镜检查 由青光眼教授用Goldmann前房角镜行静态和动态房角镜检查,以Scheie分级作为房角分级标准。

1.2.3 UBM检查 患者在室内照度(60~70 Lux,泰仕电子工业股份有限公司,型号TES-

1339)环境下行UBM(天津索维电子科技有限公司,型号SW-3200L,)眼前段扫描。盐酸丙美卡因滴眼液结膜囊表面麻醉1次,结膜囊放置眼杯,倒入生理眼盐水5~10 mL,患者注视自己的食指转动眼位,共采集水平方向眼前段全景和12点、3点、6点、9点4个方位房角扫描图像,将扫描图像垂直通过瞳孔中央并且角膜内皮、虹膜及晶状体前囊膜界面回声光滑清晰的图像储存并进行定量分析。

1.2.4 青光眼暗室激发试验 患者先在室内亮度(65~68 Lux)下测量眼压(Schiotz眼压计),然后戴遮光头套,于暗室内清醒静坐2 h,后在红色暗光环境(0.8~2 Lux)下再次测眼压,试验后双眼中任一眼眼压升高大于8 mmHg者为暗室试验阳性。

1.2.5 眼前段解剖结构参数及测量方法 应用UBM自带的测量软件定量测量眼前段结构参数(图1A~F):①中央前房深度(anterior chamber depth,ACD):水平方向全景扫描图像中角膜内皮至晶状体前囊间的最大距离;②巩膜突间距(spur-spur distance,SSD):水平方向全景扫描图像中两巩膜突之间的距离;③瞳孔直径(pupil diameter,PD):水平方向全景扫描图像中瞳孔缘间的距离;④晶状体矢高(lens vault,LV):水平方向全景扫描图像中晶状体前囊顶点至巩膜突连线间的距离;⑤房角开放距离(anterior chamber angle open distance,AOD):距巩膜突前500 μm 作角膜内皮的垂直线与虹膜前表面相交,垂线的长度为房角开放距离;⑥周边虹膜厚度(iris thickness,IT):距虹膜根部500 μm ,垂直虹膜后表面的直线与虹膜前后两个表面交点间的距离;⑦虹膜膨隆度(iris convex,IC):以虹膜根部和瞳孔缘连线为参考线,虹膜背面拱起的最高点到参考线的垂直距离,向前膨隆为正值,向后凹陷为负值;⑧小梁网-睫状突夹角(trabecular-meshwork ciliary process angle,TCPA):以巩膜突为顶点,小梁网角膜内皮连线与睫状突前表面间的夹角。⑨房角同位关闭象限数(number of positional angle closure,NPAC):巩膜突前虹膜前表面与角膜背接触者诊断为房角同位关闭(图1E~F),3、6、9、12钟点四个方位中房角同位关闭的方位数为房角同位关闭的象限数,取值范围0~4个;AOD、IT、IC、TCPA以12点、3点、6点、9点四个象限测量的平均值进行统计分析。

1.3 统计方法

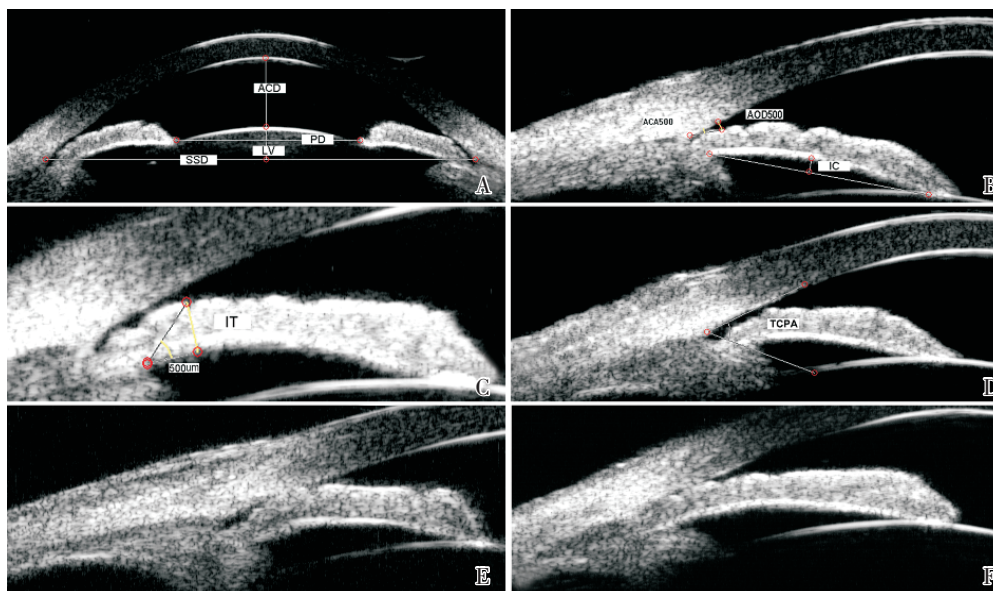


图1 UBM扫描图像中眼前段结构参数的测量

Fig.1 Anterior segment parameter measurements in UBM image

A:ACD, anterior chamber depth; SSD, spur-spur distance; PD, pupil diameter; LV, lens vault. B:AOD, Anterior chamber angle open distance, IC; Iris convex. C:IT; Iris thickness. D:TCPA, Trabecular-meshwork ciliary process angle. E ~ F: PAC, Positional angle closure.

采用 SPSS 18.0 软件进行统计分析。以暗室激发试验阳性者的阳性眼(双眼阳性者选右眼)和阴性者的右眼纳入分析。连续变量用均数 ± 标准差表示,分类变量用频数和百分率表示。定量资料间的差异用 t 检验进行比较,频数和频率间的差异用 χ^2 检验进行比较。Spearson 相关分析计算各眼前段结构参数与暗室试验中眼压升高幅度之间的相关性。以 $P < 0.05$ 为统计检验的显著性水平。

2 结果

2.1 房角狭窄者的 UBM 检查结果

260 例入选对象均完成双眼 UBM 水平方向全景扫描和四个象限房角结构扫描,均以右眼的 UBM 参数纳入分析。260 眼平均中央前房深度为 2.02 ± 0.25 (1.45 ~ 2.81)mm; 男性的 ACD、TCPA 较女性大 ($P = 0.00, 0.02$); NPAC 较女性多 ($P = 0.04$); LV、IC 较女性小 ($P = 0.00, 0.02$), 余参数两组间差异无统计学意义(表 1)。260 眼中有 132 (50.77%) 眼至少 1 个象限存在房角同位关闭,房角同位关闭象限数为 1、2、3、4 个的眼数分别为 69 眼、33 眼、24 眼和 6 眼; 其中上方 106 眼 (40.8%), 鼻侧 46 眼 (17.7%), 下方 66 眼

表 1 男性与女性眼房角狭窄者间眼前段结构的差异

Table 1 Difference of anterior segment parameters between male and female with narrow anterior chamber angle

Parameters	Male	Female	t	P
No. of eyes	36	224		
Age/years	59 ± 11	60 ± 9	0.37	0.71
ACD/mm	2.18 ± 0.25	2.00 ± 0.24	4.07	0.00
PD/mm	3.57 ± 0.96	3.80 ± 0.80	-1.55	0.12
SSD/mm	12.03 ± 0.44	11.91 ± 0.50	1.37	0.17
LV/mm	0.67 ± 0.20	0.82 ± 0.20	-4.31	0.00
AOD/m	80 ± 55	90 ± 50	-1.01	0.31
TCPA/(°)	63 ± 11	59 ± 10	2.30	0.02
IC/mm	0.20 ± 0.07	0.23 ± 0.06	-2.16	0.02
IT/ μ m	445 ± 55	427 ± 60	1.72	0.09
NPAC	1.17 ± 1.08	0.84 ± 1.08	$z = 2.1$	0.04 ¹⁾

ACD; anterior chamber depth; PD; pupil diameter; SSD; spur-spur distance; LV; lens vault; AOD; Anterior chamber angle open distance; TCPA; Trabecular-meshwork ciliary process angle; IC; Iris convex; IT; Iris thickness; NPAC; Number of positional angle closure. 1) non-normal distribution, Mann-Whitney test.

(25.4%), 颞侧 12 眼 (4.6%)。

2.2 房角狭窄者的青光眼暗室激发试验

260例(520眼)中共有71例(109眼)眼压升高大于8 mmHg,阳性率为27.3%(71/260),其中单眼阳性者33例(33/71,46.5%),双眼阳性者38例(38/71,53.5%);男性阳性率41.7%(15/36),女性阳性率为25%(56/224);试验前平均眼压(17.82 ± 3.91)mmHg,试验后平均眼压(23.27 ± 8.95)mmHg,试验后眼压较试验前平均升高5.45 ± 7.90(-6.95 ~ 44.45)mmHg。阳性组和阴性组年龄间差异无显著性($P = 0.39$),性别间阳性率有统计学差异($P = 0.037$)(表2),暗室试验后眼压升高幅度两组间差异有统计学意义($P < 0.01$)。

表 2 青光眼暗室激发试验结果

Table 2 Result of dark-room provocative test

	[n (%) or $\bar{x} \pm s$]			
	Positive	Negative	Statistics	P
Cases	71(27.3)	189(72.7)	$\chi^2=4.34$	0.04
Male	15(41.7)	21(58.3)		
Female	56(25)	168(75)		
Age/years	59 ± 11	60 ± 9	$t = 0.88$	0.39
Pre-IOP/mmHg	18.23 ± 5.24	17.66 ± 3.28	$t = -1.06$	0.61
Post-IOP/mmHg	32.56 ± 12.12	19.77 ± 3.29	$t = -13.30$	0.00
IOP elevation/mmHg	14.33 ± 10.21	2.12 ± 2.49	$t = -15.32$	0.00

Pre-IOP: intraocular pressure before dark-room provocative test; Post-IOP: intraocular pressure after dark-room provocative test; IOP elevation: intraocular pressure elevation in dark-room provocative test

2.3 青光眼暗室试验阳性眼与阴性眼的眼前段生物学参数差异

以暗室激发试验阳性者的阳性眼(双眼阳性者选右眼)为阳性组,阴性者的右眼为阴性组,比较暗室激发试验阳性组和阴性组间眼前段结构参数的差异。结果表明阳性组的AOD小于阴性组($P < 0.01$),IT($P < 0.01$)和NPAC($P < 0.01$)均大于阴性组,其他参数两组间比较无显著性差异($P = 0.13 \sim 0.73$)。暗室试验阳性组中有51眼(71.83%)存在房角同位关闭,阴性组中有81眼(42.86%)存在房角同位关闭,两组之间有统计学差异($P < 0.001$;表3)。

2.4 眼前段结构参数与暗室激发试验眼压升高幅度的关系

将暗室试验中260例(260眼)房角狭窄者的眼压升高幅度与眼前段生物学参数行相关性分

表 3 暗室试验阳性眼与阴性眼眼前段结构参数比较
Table 3 Comparison of the anterior parameters between eyes with positive and negative dark-room provocative test result ($\bar{x} \pm s$)

	Positive eyes	Negative eyes	t	P
No. of eyes	71	189		
ACD/mm	1.98 ± 0.25	2.04 ± 0.25	-1.51	0.13
PD/mm	3.83 ± 0.83	3.74 ± 0.82	0.90	0.37
SSD/mm	11.24 ± 0.44	11.22 ± 0.52	0.37	0.72
LV/mm	0.79 ± 0.23	0.80 ± 0.20	-0.35	0.73
AOD/m	60.24 ± 44.66	98.76 ± 48.37	-5.84	0.00
TCPA/(°)	60.75 ± 9.36	59.04 ± 10.19	1.24	0.22
IC/mm	0.22 ± 0.06	0.23 ± 0.06	1.30	0.20
IT/ μ m	449.91 ± 59.77	422.36 ± 57.24	3.43	0.00
NPAC	1.59 ± 1.30	0.62 ± 0.86	$Z = 5.72$	0.00 ¹⁾

ACD: anterior chamber depth; PD: pupil diameter; SSD: spur-spur distance; LV: lens vault; AOD: anterior chamber angle open distance; TCPA: trabecular-meshwork ciliary process angle; IC: iris convex; IT: Iris thickness; NPAC: number of positional angle closure. 1) non-normal distribution, Mann-Whitney test.

析,结果显示AOD($r = -0.388, P < 0.001$)、IC($r = -0.125, P = 0.043$)与眼压升高幅度呈负相关,IT($r = 0.188, P = 0.002$)、NPAC($r = 0.305, P < 0.001$)与眼压升高幅度呈正相关,其余眼前段参数与眼压升高无相关关系。

3 讨 论

眼前段全景式UBM扫描可获得16 mm × 9 mm范围的眼前段二维图像,能够全面分析眼前段参数。本研究结果表明,房角狭窄者的平均中央前房深度为(2.02 ± 0.25)mm,范围1.45 ~ 2.81 mm,与Wang等研究相近^[7];在室内光线下,有50.77%的房角狭窄者存在房角同位关闭,与Kunimatsu等^[8]的研究结果相近(57.5%)。男性房角狭窄者的眼前段结构与女性房角狭窄者不同,女性的前房较男性浅,晶状体和睫状突相对靠前,虹膜较男性膨隆,男性房角同位关闭象限数较女性多,性别间的眼前段结构差异可能是两者闭角型青光眼发病率不同的原因之一。

暗室激发试验是闭角型青光眼高危人群早期诊断的重要方法^[9]。本研究中260例房角狭窄者的2 h暗室试验阳性率为27.3%,双眼阳性者略多于

单眼阳性者(53.5% vs 46.5%),男性的阳性率高于女性,与 Wang 等^[7]对 70 例中国人的观察结果相近(阳性率 28.6%)。本研究中暗室试验后眼压平均升高 5.45 ± 7.90 mmHg,与 Gloster 的研究结果相同^[10]。阳性组的试验后眼压值和升高幅度均大于阴性组。

本研究结果表明,暗室试验阳性组与阴性组间的房角和虹膜参数存在显著性差异,而眼前段结构中的轴性参数如中央前房深度、晶状体相对位置和睫状突位置和巩膜突间距在阳性组与阴性组间无显著性差异。暗室试验阳性者的房角开放距离较阴性者小,房角同位关闭较阴性者多,周边虹膜较阴性者厚;暗室试验阳性者有 71.83% 存在房角同位关闭,而阴性者有 42.86% 存在房角同位关闭,阳性组的房角同位关闭数明显多于阴性组。在暗室环境下,虹膜随环境亮度的改变而发生的动态变化可以导致房角参数的改变。Woo 等^[11]通过 UBM 观察到,从明室进入暗室中眼前段结构迅速改变,瞳孔散大、周边虹膜变厚、虹膜膨隆度增加、房角进一步变窄;Kunimatsu 等^[8]研究发现窄房角者中房角同位关闭的比例由明室中的 57.5% 增加至暗室中的 85%。Wang 等^[7]通过前段光学相干断层扫描仪证实,暗室试验阳性者在暗室中的房角同位关闭超过 1/2 象限,而阴性者暗室中房角同位关闭小于 1/2 象限。由此可见,虹膜随环境亮度改变而发生的动态变化可以导致房角参数的改变:在明室环境中房角较窄、虹膜较厚、房角同位关闭范围较大者,在暗室中发生房角同位关闭的范围更大,从而导致眼压升高。而眼前段轴性参数,仅是眼前段狭窄的解剖基础,在暗室试验中没有明显的动态变化,所以与阳性结果不相关。本研究结果提示,临床上应用 UBM 评估房角狭窄者发生眼压升高的风险时,定量分析房角与虹膜参数比轴性参数更有意义。

传统的房角镜和 A 型超声波等检查均不能准确定量分析上述结构,而超声生物显微镜可以 $50 \mu\text{m}$ 的分辨率对所有眼前段结构进行定量分析,研究表明^[12],房角宽度与眼前段各结构相关。房角同位关闭是虹膜与小梁网的非粘连性接触,由于膨隆的虹膜遮挡小梁网,房角镜难以准确鉴别房角者狭窄是否存在同位关闭,检查时光线照射引起的瞳孔收缩以及房角镜对角膜的压迫均会使同位关闭的房角重新开放,影响房角同位关

闭的准确观察^[13]。而 UBM 可以实时客观地观察房角结构,可以较好地穿透虹膜睫状体组织,定量分析虹膜的厚度和膨隆度,并且检查可以在恒定的光线环境下进行,避免起瞳孔变化而导致虹膜厚度的改变。Kong 等^[14]应用 UBM 观察窄房角者的房角同位关闭,证实 UBM 较房角镜检查更容易发现房角同位关闭。虹膜在闭角型青光眼的瞳孔阻滞、房角关闭机制中起关键作用,周边虹膜厚度和虹膜膨隆度是虹膜形态的定量参数。Sun 等^[3]研究证实,周边虹膜厚度和虹膜膨隆度均是房角狭窄的独立危险因素。Wang 等^[4]研究表明厚虹膜是闭角型青光眼的独立危险因素。李媚等^[15]研究表明虹膜周边切除术可以增加房角开放度、虹膜-小梁网面积,而 He 等^[16]研究表明较厚的虹膜是激光周边虹膜切除术后房角仍保持同位关闭的因素之一。我们的结果显示,暗室试验前后眼压的升高幅度与周边虹膜厚度、房角同位关闭范围正相关,与房角开放距离和虹膜膨隆度负相关。通过对房角宽度、虹膜厚度和房角同位关闭的定量分析,可以评估房角狭窄者发生眼压升高的风险。

本研究应用 UBM 进行眼前段扫描,定量分析房角狭窄者的眼前段结构,分析了房角狭窄者暗室试验结果,证实暗室试验中眼压升高幅度与周边虹膜厚度和房角同位关闭数正相关,与房角开放距离和虹膜膨隆度负相关,说明房角和虹膜参数是眼压升高的相关因素,而前房深度、巩膜突间距、晶状体矢高与眼压变化不相关。通过 UBM 扫描测量虹膜参数,实时地观察房角关闭状态,可以评估房角狭窄者发生眼压升高的风险,有望提高闭角型青光眼早期诊断的特异性。但本研究是一项回顾性研究,需要进一步通过前瞻性研究,验证通过 UBM 测量周边虹膜厚度和观察房角同位关闭对青光眼早期诊断的价值。

参考文献:

- [1] He M, Foster PJ, Ge J, et al. Prevalence and clinical characteristics of glaucoma in adult Chinese: a population-based study in Liwan District, Guangzhou [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2006, 47(7): 2782-2788.
- [2] 王宁利, 赖铭莹. 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, Lai MY. Multiple patterns of angle closure mechanisms in primary angle closure glaucoma in Chinese[J]. *Chin J Ophthalmol*, 2000, 36(1): 46-51.
- [3] Sun JH, Sung KR, Yun SC, et al. Factors associated with anterior chamber narrowing with age: an optical coherence tomography study[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012, 53(6): 2607-2610.
- [4] Wang BS, Narayanaswamy A, Amerasinghe N, et al. Increased iris thickness and association with primary angle closure glaucoma[J]. *Br J Ophthalmol*, 2011, 95(1): 46-50.
- [5] Pavlin CJ, Harasiewicz K, Sherar MD, et al. Clinical use of ultrasound biomicroscopy [J]. *Ophthalmology*, 1991, 98(3): 287-295.
- [6] Tello C, Liebmann J, Potash SD, et al. Measurement of ultrasound biomicroscopy images: intraobserver and interobserver reliability[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1994, 35(9): 3549-3552.
- [7] Wang B, Congdon NG, Wang N, et al. Dark room provocative test and extent of angle closure: an anterior segment OCT study[J]. *J Glaucoma*, 2010, 19(3): 183-187.
- [8] Kunimatsu S, Tomidokoro A, Mishima K, et al. Prevalence of appositional angle closure determined by ultrasonic biomicroscopy in eyes with shallow anterior chambers[J]. *Ophthalmology*, 2005, 112(3): 407-412.
- [9] Higgitt AC. The dark-room test[J]. *Br J Ophthalmol*, 1954, 38(4): 242-247.
- [10] Gloster J, Poinosawmy D. Changes in intraocular pressure during and after the dark-room test [J]. *Br J Ophthalmol*, 1973, 57(3): 170-178.
- [11] Woo EK, Pavlin CJ, Slomovic A, et al. Ultrasound biomicroscopic quantitative analysis of light-dark changes associated with pupillary block [J]. *Am J Ophthalmol*, 1999, 127(1): 43-47.
- [12] 曾阳发, 刘杏, 王涛, 等. 正常人眼前段组织与房角开放度数的关系 [J]. *中山大学学报: 医学科学版* 2009, 30(4): 450-453.
- Zeng YF, Liu X, Wang T, et al. Relation between structure of anterior segment tissue and open angle in normal subjects [J]. *J Sun Yat-sen Univ: Med Sci*, 2009, 30(4): 450-453.
- [13] Wang BS, Wang NL, Congdon N, et al. Pupil constriction can alter the accuracy of dark room provocative test [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2009, 122(21): 2620-2623.
- [14] Kong X, Foster PJ, Huang Q, et al. Appositional closure identified by ultrasound biomicroscopy in population-based primary angle-closure glaucoma suspects: the Liwan eye study [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, 52(7): 3970-3975.
- [15] 李媚, 刘杏, 钟毅敏, 等. 原发性急性闭角型青光眼周边虹膜切除术前后眼前段相干光断层扫描参数的对比研究[J]. *中华眼科杂志*, 2011, 47(10): 871-875.
- Li M, Liu X, Zhong YM, et al. Comparison of anterior segment changes before and after laser peripheral iridectomy by anterior segment optical coherence tomography in eyes with primary acute angle closure glaucoma[J]. *Chin J Ophthalmol*, 2011, 47(10): 871-875.
- [16] He M, Friedman DS, Ge J, et al. Laser peripheral iridotomy in eyes with narrow drainage angles: ultrasound biomicroscopy outcomes: The Liwan Eye Study[J]. *Ophthalmology*, 2007, 114(8): 1513-1519.

(编辑 刘清海)