

高褶虹膜

姚宝群

引用:姚宝群. 高褶虹膜. 国际眼科杂志 2023;23(2):217-221

作者单位:(300052) 中国天津市,天津医科大学总医院眼科

作者简介:姚宝群,毕业于天津医科大学,博士,副主任医师,研究方向:青光眼。

通讯作者:姚宝群. zcybqzcy@163.com

收稿日期:2022-04-20 修回日期:2023-01-09

摘要

原发性闭角型青光眼(PACG)是亚洲,特别是中国青光眼的主要类型。PACG在激光周边虹膜切除术(LPI)后仍有很高比例发生房角关闭,高褶虹膜(plateau iris)是引起房角关闭的非瞳孔阻滞因素之一。随着超声生物显微镜(UBM)在眼科的广泛应用,对高褶虹膜的认识不断深入。本文将对高褶虹膜的概念、机制、患病率、与房角关闭的关系、诊断标准及治疗方法进行阐述,旨在更加深刻理解高褶虹膜与PACG的关系,为今后PACG的治疗和研究提供参考。

关键词:高褶虹膜;青光眼;房角关闭;原发性闭角型青光眼;超声生物显微镜

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.2.07

Plateau iris

Bao-Qun Yao

Department of Ophthalmology, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China

Correspondence to: Bao-Qun Yao. Department of Ophthalmology, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China. zcybqzcy@163.com

Received:2022-04-20 Accepted:2023-01-09

Abstract

• Primary angle closure glaucoma (PACG) is the leading type of glaucoma in Asia, especially in China. PACG still has a high proportion of angle closure after laser peripheral iridectomy (LPI). Plateau iris is one of the non-pupillary blockage factors that cause angle closure. With the wide application of ultrasound biomicroscopy (UBM) in ophthalmology, the understanding of plateau iris has been deepened continually. This paper will elaborate the concept, mechanism, prevalence, relationship with angle closure, diagnostic criteria and the treatment of plateau iris, aiming to have a deeper understanding of the relationship between plateau iris and PACG, and to provide references for the treatment and research of PACG in the future.

• **KEYWORDS:** plateau iris; glaucoma; angle closure; primary angle closure glaucoma; ultrasound biomicroscopy

Citation: Yao BQ. Plateau iris. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(2):217-221

0 引言

原发性闭角型青光眼(primary angle-closure glaucoma, PACG)高发于亚洲,特别是中国,所造成的双眼失明占青光眼双眼失明的91%,危害极大。房角关闭的机制包括瞳孔阻滞(pupillary block, PB)和非瞳孔阻滞,非瞳孔阻滞机制包括周边虹膜肥厚、虹膜根部插入位置偏前、睫状体前旋、高褶虹膜(plateau iris)等^[1]。我国PACG的发病机制38.1%为单纯瞳孔阻滞,7.1%为单纯非瞳孔阻滞,54.8%为多种机制共存。Ng等^[2]提出激光周边虹膜切除术(laser peripheral iridotomy, LPI)后高达58%的患者仍会发生房角关闭,其原因可能为高褶虹膜、晶状体位置前移和睫状环阻滞。高褶虹膜是引起房角关闭的非瞳孔阻滞因素之一,亚洲PACG患者LPI后约1/3存在高褶虹膜^[3-4],重度PACG眼[视野平均缺损(mean deviation, MD)<-20dB]高褶虹膜的比例高于早期至中期的PACG眼(MD≥-12dB)^[5]。

1 高褶虹膜概述和诊断标准

高褶虹膜,亦称高褶型虹膜,因最初在房角镜下观察到一部分房角关闭的患者中央前房相对较深,虹膜比较平坦,但是在接近房角位置的虹膜根部突然出现向下反折,形似高褶地形而得名。1958年,Törnquist首先提出高褶虹膜这一术语。1960年,Shaffer建立了高褶虹膜的概念。为了避免混淆,有学者提出应该将高褶虹膜综合征(plateau iris syndrome, PIS)与高褶虹膜构型(plateau iris configuration, PIC)区分开来。传统的定义,PIC是指在周边虹膜切除术(激光/手术)前常规生物显微镜检查中央前房深度(central anterior chamber depth, CACD)相对正常,虹膜平坦,但房角镜检查房角却非常狭窄甚至关闭的一种虹膜构型。大多数与PIC相关的窄房角可通过周边虹膜切除术而开放,说明PIC含有部分瞳孔阻滞因素。PIS则是指在周边虹膜切除术后解除了相对瞳孔阻滞,仍具备PIC的结构特征,CACD相对正常,经房角镜检查证实房角关闭,在瞳孔散大(自发/药物)后发生急性眼压升高。

随着超声生物显微镜(ultrasound biomicroscopy, UBM)在眼科的广泛应用,人们对高褶虹膜的认识更加深入。目前关于PIC的诊断标准各文献并不一致,且一般是在周边虹膜切除术后进行评价。Mochizuki等^[6]的诊断标准(UBM图像)包括睫状体前旋,推顶周边虹膜以致其与小梁平行;虹膜根部自起始部位陡直升高后向下成角;中央

虹膜平坦;睫状沟消失。通过对4个象限的UBM图像分析,将PIC分为完全性PIC(睫状沟完全消失)和不完全性PIC(睫状沟部分消失)。而Kumar等^[3]的诊断标准是在此基础上还需满足虹膜-房角接触,且至少2个象限满足以上条件,才定义为PIC。

PIS是在PIC的基础上自发/药物散瞳后持续房角关闭,眼压升高。按照虹膜高褶的高度将其分为完全性PIS和不完全性PIS,其中完全性PIS是指房角关闭至小梁网或Schwalbe氏线,由于房水流出受阻使眼压升高;不完全性PIS是指房角部分(后部小梁网)关闭,前部小梁网仍保持开放,房水外流仍通畅,眼压仍在正常范围。也有学者认为散瞳后眼压升高可能与功能房角关闭的圆周范围有关。

目前,诊断高褶虹膜的手段包括房角镜、UBM和眼前段光学相干断层扫描(anterior segment optical coherence tomography, AS-OCT),要在暗环境下进行。房角镜检查表现为虹膜-小梁网接触;周边虹膜向前向中央成角;虹膜平坦或略凸;动态房角镜检查呈现双峰征(亦称sigma征),即虹膜表现为一个正弦样的曲线,意味着虹膜前表面在晶状体赤道部水平形成凹面^[7]。UBM图像至少2个象限满足以下条件:(1)睫状体前旋,推顶周边虹膜以致其与小梁平行;(2)虹膜根部自起始部位陡直升高后向下成角;(3)中央虹膜平坦;(4)睫状沟消失;(5)同一象限虹膜-房角接触(在巩膜突水平以上),见图1^[3]。AS-OCT图像表现为虹膜根部自起始部位陡直升高后向下成角,中央虹膜平坦,中央前房相对较深^[8]。虽然AS-OCT可通过非接触方式获得高分辨率的眼前段图像,并可定量重复测量,但AS-OCT不能显示虹膜后面的结构(包括睫状体),因此在诊断高褶虹膜方面不如UBM精确^[9]。应用房角镜诊断高褶虹膜相较于UBM更为主观,且可重复性低^[3-4]。因此,目前诊断高褶虹膜更倾向采用UBM检测。最近有研究采用深度学习(deep learning, DL)算法系统,以UBM图像作为高褶虹膜诊断的参考标准,对原发性房角关闭疾病(primary angle-closure disease, PACD)[包括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)及PACG]在LPI后仍存在接触性房角关闭(appositional angle-closure, AAC)的患者应用AS-OCT图像诊断高褶虹膜,敏感度为87.9%,特异度为97.6%^[10]。

2 高褶虹膜机制和解剖学特点

1992年开始通过UBM研究高褶虹膜的解剖特点,认为高褶虹膜是虹膜结构的一种解剖变异,虽然存在通畅的虹膜根部切除/激光孔,但由于肥大的睫状体和/或前旋的睫状突将虹膜根部顶起,使虹膜根部与小梁网相贴近(PIC),在瞳孔散大时虹膜根部与小梁网相接触而导致房角关闭(PIS)。每只眼有70~80个睫状突,各象限睫状突的大小和旋转状态亦有内在差异^[11]。除了睫状突前旋伴睫状沟消失外,其他因素如周边虹膜肥厚、虹膜根部插入位置、睫状沟长度、睫状体角度、虹膜与睫状体之间接触范围等均可能在高褶虹膜的形成机制中发挥作用^[11-13]。睫状体前旋可以是发育性或获得性的。高褶虹膜的睫状沟消失可能是睫状突在胚胎发育过程中不能正常回位,不能与虹膜后表面分开所致;也可能是先天性前部悬韧带发育

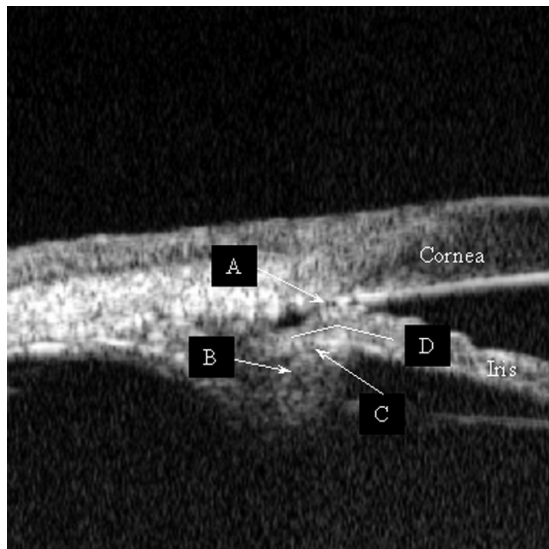


图1 LPI后显示高褶虹膜的UBM图像 A:虹膜-房角接触; B:睫状体前旋; C:睫状沟消失; D:虹膜成角。Cornea:角膜; Iris:虹膜。

异常,牵拉睫状体前移的结果。此外,由于悬韧带到晶状体赤道部的距离随年龄增长而增长,迫使睫状突悬韧带附着处前旋。因此,睫状体前旋也可能是继发于白内障发展过程中晶状体囊袋和悬韧带的前移导致的获得性结果^[14]。

关于高褶虹膜的基因研究报道很少。Roberts等^[15]报道了3例长前部悬韧带(long anterior zonule, LAZ)的患者UBM图像具有高褶虹膜的特点,虽然未发现S163R CTRP5变异,但推测LAZ可能与高褶虹膜有关。Abe等^[16]报道了1例15岁的PACG合并视网膜色素变性患者UBM图像证实存在高褶虹膜,基因检测结果为CRB1基因的杂合变异。

对高褶虹膜眼和瞳孔阻滞眼CACD的比较报道并不一致。一些研究显示LPI后高褶虹膜眼CACD较浅^[11,17],一些研究则显示较深^[8,18],还有一些研究显示LPI后两者无差异^[12-13,19-20]。有研究显示,LPI后高褶虹膜患者的房角、巩膜-虹膜夹角(scleral-iris angle, SIA)、巩膜-睫状体夹角(scleral-ciliary process angle, SCPA)明显窄,小梁睫状体距离(trabecular ciliary process distance, TCPD)和虹膜睫状体距离(iris ciliary process distance, ICPD)明显短于非高褶虹膜PACG患者^[11]。也有研究显示高褶虹膜眼和瞳孔阻滞眼在房角、眼轴、晶状体厚度(lens thickness, LT)和晶状体拱高(lens vault, LV)等方面无显著差异^[12-13,19-20]。

3 高褶虹膜患病率

3.1 PACD高褶虹膜患病率 关于高褶虹膜的患病率,各家报道不一。新加坡的一项研究应用UBM观察PACS患者LPI后高褶虹膜的患病率为32.3%^[3]。窄房角者LPI后高褶虹膜的患病率在亚洲人群为33.3%,白种人为32.1%^[21]。PACG患者中高褶虹膜的患病率在新加坡为32.8%^[4],泰国为31.7%^[4],印度为28.7%^[22],日本为31.68%^[11]~37.0%^[6],埃及为36%^[23]。Verma等^[13]采用AS-OCT研究也发现PACG患者约1/3存在高褶虹膜。而日本的一项研究则显示PAC及PACG患者LPI后仅有17.6%存在高褶虹膜^[20]。

与急性原发性房角关闭 (acute primary angle-closure, APAC) 眼相比,慢性原发性房角关闭 (chronic primary angle-closure, CPAC) 眼有更多存在高褶虹膜 (31.6% vs 16.9%)^[24]。巴西的一项研究显示 APAC 眼高褶虹膜的患病率仅为 6.3%^[25]。Mochizuki 等^[6] 研究则认为 APAC 对侧眼与慢性闭角型青光眼 (chronic angle-closure glaucoma, CACG) 高褶虹膜的患病率相似 (37.0% vs 34.6%)。以上各项研究结果不同可能与研究人群、样本量、高褶虹膜的定义不尽相同有关。

高褶虹膜最常见于 30~50 岁女性,尤其是远视眼^[11,25-28]。对窄房角眼的 AS-OCT 图像进行回顾性分析发现高褶虹膜患者较瞳孔阻滞患者年轻,且有种族/民族差异^[19]。高褶虹膜患病率在有该家族史的患者中更高,其遗传模式可能为常染色体显性遗传,不完全外显^[29]。

3.2 开角型青光眼与非青光眼高褶虹膜患病率 Sakata 等^[30] 报告 32% 的正常眼存在长睫状突伴睫状沟消失, Mansoori 等^[11] 报道 20.14% 的正常眼 UBM 图像显示睫状体前旋伴睫状沟消失, 17.56% 具有高褶虹膜的所有特征,但虹膜与小梁未接触。伴有窄房角的开角型青光眼 (open angle glaucoma, OAG) 中有 10.2% 存在高褶虹膜^[25], OAG 患者中有 19.2% 存在高褶虹膜^[6]。美国人、美国美籍华人、中国人非青光眼患者高褶虹膜的患病率分别为 25.2%、24.1%、20.9%, 没有显著差异^[31]。但是中国人高褶虹膜眼较美国人高褶虹膜眼角窝面积 (angle recess area, ARA) 更小、虹膜更厚,提示可能更容易发生房角关闭。

4 高褶虹膜与房角关闭的关系

房角关闭分为接触性房角关闭 (AAC, 又称贴附性房角关闭) 和黏连性房角关闭 [即虹膜周边前黏连 (peripheral anterior synechia, PAS)], 如果 LPI 解除瞳孔阻滞, 仍存在 AAC, 说明存在非瞳孔阻滞机制。PACS 眼在 LPI 后房角镜检查仍有 53.3% 至少 180° 存在虹膜-房角接触, 其中 29.2% 符合高褶虹膜的诊断^[3], 说明高褶虹膜是 LPI 后房角关闭的危险因素之一。一项回顾性研究分析了年龄 ≤40 岁的闭角型青光眼房角关闭的原因, 其中 PIS 占 52.2%^[27]。另一项对 60 岁以下反复房角关闭患者的回顾性研究也发现虹膜切除术后 PIS 的患病率为 54%^[28]。这两项研究均强调, 相对年轻的患者房角关闭的病因不同于老年患者, PIS 是其最常见的病因^[27-28]。Kumar 等^[3-4] 发现 PACS 和 PACG 患者 LPI 后约 23.4% 和 24.3% 具有高褶虹膜的所有特征, 但所有象限均无虹膜-房角接触。同时也发现 PACG 患者 LPI 后 22.5% 有持续的虹膜-房角接触, 却无高褶虹膜的表现^[4]。一项纳入了 134 例 134 眼中国 PAC 和 PACG 患者的 UBM 研究显示, LPI 后仍有 63.4% 的患者发生 ≥1 个象限的 AAC, 29.1% 发生 ≥2 个象限的 AAC; ≥1 个象限的高褶虹膜发生率为 36.6%, ≥2 个象限的高褶虹膜发生率仅为 9.7%; 在 AAC 的原因中高褶虹膜占 44.7%, 虹膜根部插入位置偏前及周边虹膜肥厚也是常见的原因。提示高褶虹膜是 PACG 常见的非瞳孔阻滞机制, 但可能并不是 PACG 进展的独立危险因素, AAC 可能比高褶虹膜对预测房角关闭具有更大的临床意义^[32]。

关于 OAG 与非青光眼患者存在高褶虹膜的临床意义

尚不清楚, 推测可能是一种虹膜睫状体的生理性变异。OAG 患者的高褶虹膜不足以高至阻塞小梁网, 然而随着时间推移晶状体变厚和位置前移, 较低的高褶虹膜会逐渐变高, 因此也有可能导致房角关闭^[6]。非青光眼伴高褶虹膜者较青光眼伴高褶虹膜者眼轴长, 推测虽然睫状体前旋, 但较长的眼轴可能使虹膜-小梁网的距离更远, 可阻止房角关闭的形成^[31]。

5 高褶虹膜与恶性青光眼

Prata 等^[33] 对 13 例术后恶性青光眼患者的术前 UBM 图像进行分析, 可见裂隙状前房角和睫状体前旋, 85% 显示存在高褶虹膜。一项回顾性研究分析了 115 例年轻 (≤45 岁) 的 PACG 患者中高褶虹膜占 66.1%, 其中 87 例进行了小梁切除术, 术后有 21 例发生恶性青光眼^[34]。提示短眼轴、睫状体前旋 (高褶虹膜) 可能是预测术后发生恶性青光眼的危险因素^[33-34]。

6 高褶虹膜的治疗

LPI 不能改变存在高褶虹膜的青光眼患者眼前段的解剖结构, 因而不能完全避免房角关闭和眼压再次升高, 需要进一步治疗。

6.1 药物治疗 在 PACG 治疗中 LPI 后仍出现突然眼压升高应考虑存在 PIS, 为预防 PIS 的发生, 对高褶虹膜眼可长期局部少量应用毛果云香碱滴眼液, 并在散瞳前后做好预防性保护措施。PIS 时前旋的睫状体支撑周边虹膜, 明暗光线变化对房角开放程度的影响仅与虹膜厚度的变化有关。毛果云香碱能使虹膜变薄, 有效开放房角, 同时通过收缩睫状肌、加宽周边虹膜与小梁网的距离有助于房水流出, 可使眼压下降 20%~25%, 但并不能完全消除虹膜-小梁接触^[35], 可用于预防 LPI 或氩激光周边虹膜成形术 (argon laser peripheral iridoplasty, ALPI) 后房角关闭^[35], 也适用于不愿进行激光治疗的患者, 但长期应用毛果云香碱会使瞳孔缩小、增加小瞳孔下虹膜后黏连的概率, 同时也会造成血-房水屏障破坏、调节痉挛、视物变暗等不良反应。

6.2 激光治疗

6.2.1 LPI PACG 标准的初始治疗是 LPI, 通过减少虹膜前后的压力差缓解瞳孔阻滞, 使虹膜变平、房角开放、睫状体稍向后移位。同时 LPI 是首选的治疗, 以排除任何瞳孔阻滞因素, 有助于确认高褶虹膜的诊断^[35]。中山大学对 PACS 患者进行 LPI 预防性治疗的随机对照临床试验发现, LPI 后 2wk, 所有 AS-OCT 参数均显著升高; 然而在 LPI 后 2wk~18mo, 治疗眼与未治疗眼的房角宽度均显著下降, 且未治疗眼下降速度更快^[36]。虽然 LPI 可沟通前后房, 解除瞳孔阻滞和虹膜膨隆, 降低房角关闭的风险, 却不能明显改变其他前房结构。随着年龄增长或可能存在不完全性 PIS, 房角会逐渐变窄, 数年后可能会发展为完全性 PIS^[2]。对 PIS 眼再次行 LPI, 几乎是无效的。

6.2.2 ALPI ALPI 是利用低能量激光对虹膜基质的烧灼作用使虹膜收缩、变薄, 进而开放房角的一种治疗方式。通常使用 200~400mW 的能量, 持续时间 0.1~0.5s, 对 360° 周边虹膜击射 20~24 个点 (平均每个象限 5~6 个点), 可减少 AAC, 降低后期黏连性房角关闭的风险^[35], 可替代毛果云香碱治疗高褶虹膜。一项回顾性研究对 ALPI 治疗后的高褶虹膜患者随访 6a 以上, 其中 87.0% 经 1 次

ALPI 治疗后,在整个随访期间房角均保持开放,仅 13.0% 在首次 ALPI 后 5~9a 房角逐渐关闭,经再次治疗后即可重新开放,无一例需行滤过性手术^[37],长时间、低功率、大光斑的激光参数及尽可能靠周边的位置是成功的关键。

然而,关于 ALPI 对高褶虹膜患者 LPI 后 AAC 的长期疗效有矛盾的报道,认为 ALPI 的疗效仅可持续不足 4a,多数患者(77%)需要手术治疗(36%滤过手术,41%晶状体超声乳化术)^[38]。有研究评价了 ALPI 治疗高褶虹膜的有效性,平均随访 6a 后发现与基线相比眼压无显著变化(+0.2mmHg)^[37],这一结果与 Peterson 等^[38](-1.6mmHg)和 Romito 等^[39](-1.56mmHg,-10%)的研究结果相似。另有研究随访至少 1a 发现,加权眼压从基线时的 19.6mmHg 下降到 ALPI 后最后一次随访时的 15.6mmHg,眼压下降 4.0mmHg(20%);随访 6a 发现,ALPI 后最后一次随访时,加权眼压从平均 18.7mmHg 到 18.5mmHg,仅下降 0.2mmHg(1%)^[40]。目前倾向认为,对于仅存在 AAC、眼压和视神经均正常的高褶虹膜眼,ALPI 治疗是有效的;而对于存在广泛 PAS 且眼压升高、视神经损伤者,晶状体摘除联合房角分离甚至滤过性手术疗效更加确切^[41]。

最近有应用多点扫描激光(pattern scanning laser, PASCAL)进行周边虹膜成形术的报道,认为相较于 ALPI, PASCAL 周边虹膜成形术是一种治疗高褶虹膜安全有效的选择,但仍需更大样本及不同种族的研究进一步验证^[42]。

6.3 手术治疗 LPI 和 ALPI 术后仍有持续房角关闭的患者,可进行小梁切除术、晶状体摘除术、房角分离术(goniosynechialysis, GSL)、内窥镜引导睫状体光凝术(endoscopic cyclophotocoagulation, ECP)^[35]。

6.3.1 小梁切除术 一直以来小梁切除术是青光眼的主要治疗方法,已证明其在控制眼压方面有可靠的长期效果,一项随访 20 余年的研究报告,对所有类型青光眼,小梁切除术控制眼压总的成功率为 79%^[43]。然而任何一种房水引流的手术对闭角型青光眼而言均存在术后并发症的风险^[26]。

6.3.2 晶状体摘除术 晶状体摘除术可减轻 PAC 眼睫状体前旋,同时显著开放房角,降低眼压^[44-45]。然而,一项仅纳入 PIS 眼的研究发现既往接受过 LPI 和 ALPI 治疗的 PIS 患者晶状体摘除术后虹膜-睫状体接触仍持续存在,提示晶状体摘除并不总是能够改变高褶虹膜的房角解剖结构,表明在 PIS 眼单独进行晶状体摘除术后眼压得到控制的概率很低^[7]。甚至有报道 PIS 患者即使在白内障摘除术后仍有可能发生急性房角关闭^[46]。

6.3.3 GSL GSL 联合晶状体摘除术的降眼压效果优于单独的 GSL,不仅能提高术后视力,而且能更好地控制眼压^[47],对高褶虹膜患者可有效加深前房、降低眼压^[2,47]。

6.3.4 ECP 睫状体前旋是 PIS 房角关闭的起始原因,而 ALPI 的机制只是使拥挤的房角部位的虹膜组织变薄,对睫状体前旋并无影响,这可能也是其长期效果不理想的原因^[40]。而 ECP 专门针对异常巨大的睫状突,联合晶状体摘除术可使房角开放、治疗区域睫状突变平^[48-49]。Hollander 等^[49]假设通过 ECP 收缩睫状体创造一个空间,在瞳孔散大时容纳增厚的周边虹膜,防止房角关闭。经 ECP 联合晶状体摘除术治疗的 6 例 PIS 患者,随访 73mo,

眼压显著下降,药物用量也有所减少。最近有研究采用 AS-OCT 比较 ECP 联合晶状体摘除术与单纯晶状体摘除术治疗高褶虹膜的疗效,结果显示 ECP 联合晶状体摘除术比单纯晶状体摘除术对高褶虹膜治疗更有效,在 ECP 治疗的象限房角加宽更多^[50-51]。这种手术可能成为因 PIS 导致持续房角关闭或眼压失控患者的一种有效治疗方法。

尽管有各种各样的治疗方法,最佳的治疗方案仍未确定。LPI 后房角狭窄和高褶虹膜可进展为急性或慢性房角关闭,需定期随访,且对每位患者要进行个体化评估,权衡进一步治疗与可能的房角关闭之间的风险^[35]。

7 小结

随着对高褶虹膜的认识不断深入,如高褶虹膜的定量诊断标准、睫状体前旋的原因、更简便的诊断方法、更有效的治疗手段及高褶虹膜对房角关闭的临床意义及其与恶性青光眼的关系等还有待于更进一步的研究和探索。

参考文献

- 1 Sun XH, Dai Y, Chen YH, et al. Primary angle closure glaucoma: what we know and what we don't know. *Prog Retin Eye Res* 2017; 57: 26-45
- 2 Ng WT, Morgan W. Mechanisms and treatment of primary angle closure: a review. *Clin Exp Ophthalmol* 2012; 40(4): e218-e228
- 3 Kumar RS, Baskaran M, Chew PTK, et al. Prevalence of plateau iris in primary angle closure suspects an ultrasound biomicroscopy study. *Ophthalmology* 2008; 115(3): 430-434
- 4 Kumar RS, Tantisevi V, Wong MH, et al. Plateau iris in Asian subjects with primary angle closure glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2009; 127(10): 1269-1272
- 5 Nongpiur ME, Verma S, Tun TA, et al. Plateau Iris and severity of primary angle closure glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2020; 220: 1-8
- 6 Mochizuki H, Takenaka J, Sugimoto Y, et al. Comparison of the prevalence of plateau iris configurations between angle-closure glaucoma and open-angle glaucoma using ultrasound biomicroscopy. *J Glaucoma* 2011; 20(5): 315-318
- 7 Viet Tran H, Liebmann JM, Ritch R. Iridociliary apposition in plateau iris syndrome persists after cataract extraction. *Am J Ophthalmol* 2003; 135(1): 40-43
- 8 Kwon J, Sung KR, Han S. Long-term changes in anterior segment characteristics of eyes with different primary angle-closure mechanisms. *Am J Ophthalmol* 2018; 191: 54-63
- 9 Kwon J, Sung KR, Han S, et al. Subclassification of primary angle closure using anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopic parameters. *Ophthalmology* 2017; 124(7): 1039-1047
- 10 Wanichwecharungruang B, Kaothanthong N, Pattanapongpaiboon W, et al. Deep learning for anterior segment optical coherence tomography to predict the presence of plateau iris. *Transl Vis Sci Technol* 2021; 10(1): 7
- 11 Mansoori T, Sarvepally VK, Balakrishna N. Plateau iris in primary angle closure glaucoma; an ultrasound biomicroscopy study. *J Glaucoma* 2016; 25(2): e82-e86
- 12 Moghimi S, Kiaroudi M, Coh P, et al. Comparison of anterior chamber parameters in patients with plateau iris configuration and pupillary block using ASOCT. *J Glaucoma* 2017; 26(2): 153-158
- 13 Verma S, Nongpiur ME, Oo HH, et al. Plateau iris distribution across anterior segment optical coherence tomography defined subgroups of subjects with primary angle closure glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017; 58(12): 5093-5097

- 14 严钰洁, 吴玲玲. 高褶虹膜的研究进展. *中华眼科杂志* 2022; 58(1): 51-57
- 15 Roberts DK, Ayyagari R, Moroi SE. Possible association between long anterior lens zonules and plateau iris configuration. *J Glaucoma* 2008; 17(5): 393-396
- 16 Abe RY, Makarczyk LSQ, Ávila MP, et al. Early occurrence of primary angle-closure glaucoma in a patient with retinitis pigmentosa and CRB1 gene variations. *Arq Bras Oftalmol* 2023; 86(1): 74-78
- 17 Mandell MA, Pavlin CJ, Weisbrod DJ, et al. Anterior chamber depth in plateau iris syndrome and pupillary block as measured by ultrasound biomicroscopy. *Am J Ophthalmol* 2003; 136(5): 900-903
- 18 Garza PS, Man XF, Queen JH, et al. Size matters for interplecated diameter: a case-control study of plateau iris. *Ophthalmol Glaucoma* 2020; 3(6): 475-480
- 19 Crowell EL, Chuang AZ, Bell NP, et al. Using anterior segment optical coherence tomography (ASOCT) parameters to determine pupillary block versus plateau iris configuration. *J Glaucoma* 2020; 29(11): 1036-1042
- 20 Mizoguchi T, Ozaki M, Wakiyama H, et al. Plateau iris in Japanese patients with primary angle closure and primary angle closure glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2015; 9: 1159-1163
- 21 Leeungurasatien T, Radhakrishnan S, Porco T, et al. Plateau iris in whites versus asians. *Eye Sci* 2012; 27(1): 13-18
- 22 Kumar G, Bali SJ, Panda A, et al. Prevalence of plateau iris configuration in primary angle closure glaucoma using ultrasound biomicroscopy in the Indian population. *Indian J Ophthalmol* 2012; 60(3): 175-178
- 23 Hamad AE, Elmaria AF, Hussein TR, et al. Prevalence of plateau iris in primary angle closure glaucoma: an Egyptian hospital based ultrasound biomicroscopy study. *Clin Ophthalmol* 2022; 16: 541-550
- 24 Chen HJ, Wang X, Yan YJ, et al. Postiridotomy ultrasound biomicroscopy features in the fellow eye of Chinese patients with acute primary angle-closure and chronic primary angle-closure glaucoma. *J Glaucoma* 2015; 24(3): 233-237
- 25 Diniz Filho A, Cronemberger S, Ferreira DM, et al. Plateau iris configuration in eyes with narrow-angle: an ultrasound biomicroscopic study. *Arq Bras Oftalmol* 2010; 73(2): 155-160
- 26 Wright C, Tawfik MA, Waisbourd M, et al. Primary angle-closure glaucoma: an update. *Acta Ophthalmol* 2016; 94(3): 217-225
- 27 Ritch R, Chang BM, Liebmann JM. Angle closure in younger patients. *Ophthalmology* 2003; 110(10): 1880-1889
- 28 Stieger R, Kniestedt C, Sutter F, et al. Prevalence of plateau iris syndrome in young patients with recurrent angle closure. *Clin Exp Ophthalmol* 2007; 35(5): 409-413
- 29 Etter JR, Affel EL, Rhee DJ. High prevalence of plateau iris configuration in family members of patients with plateau iris syndrome. *J Glaucoma* 2006; 15(5): 394-398
- 30 Sakata LM, Sakata K, Susanna R Jr, et al. Long ciliary processes with no ciliary sulcus and appositional angle closure assessed by ultrasound biomicroscopy. *J Glaucoma* 2006; 15(5): 371-379
- 31 Li YJ, Wang YE, Huang GF, et al. Prevalence and characteristics of plateau iris configuration among American Caucasian, American Chinese and mainland Chinese subjects. *Br J Ophthalmol* 2014; 98(4): 474-478
- 32 Yan YJ, Wu LL, Wang X, et al. Appositional angle closure in Chinese with primary angle closure and primary angle closure glaucoma after laser peripheral iridotomy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014; 55(12): 8506-8512
- 33 Prata TS, Dorairaj S, De Moraes CGV, et al. Is preoperative ciliary body and iris anatomical configuration a predictor of malignant glaucoma development? *Clin Exp Ophthalmol* 2013; 41(6): 541-545
- 34 Xu Y, Tan Q, Li CY, et al. The ocular biometry characteristics of young patients with primary angle-closure glaucoma. *BMC Ophthalmol* 2022; 22(1): 150
- 35 Stefan C, Iliescu DA, Batras M, et al. Plateau iris—diagnosis and treatment. *Rom J Ophthalmol* 2015; 59(1): 14-18
- 36 Jiang YZ, Chang DS, Zhu HG, et al. Longitudinal changes of angle configuration in primary angle-closure suspects: the Zhongshan Angle-Closure Prevention Trial. *Ophthalmology* 2014; 121(9): 1699-1705
- 37 Ritch R, Tham CCY, Lam DSC. Long-term success of argon laser peripheral iridoplasty in the management of plateau iris syndrome. *Ophthalmology* 2004; 111(1): 104-108
- 38 Peterson JR, Anderson JW, Blieden LS, et al. Long-term outcome of argon laser peripheral iridoplasty in the management of plateau iris syndrome eyes. *J Glaucoma* 2017; 26(9): 780-786
- 39 Romito N, Bluwol E, Graber M, et al. Argon laser iridoplasty for plateau iris syndrome: long-term outcomes of 48 eyes. *J Glaucoma* 2019; 28(9): 767-771
- 40 Bourdon H, Aragno V, Baudouin C, et al. Iridoplasty for plateau iris syndrome: a systematic review. *BMJ Open Ophthalmol* 2019; 4(1): e000340
- 41 Palmberg P. What are we to do about plateau iris syndrome? *J Glaucoma* 2019; 28(9): 765-766
- 42 Midha N, Hoskens K, Mansouri K. Pattern scanning laser (PASCAL) for peripheral iridoplasty in eyes with plateau iris syndrome: a novel application. *J Glaucoma* 2018; 27(7): e124-e127
- 43 Bevin TH, Molteno ACB, Herbison P. Otago glaucoma surgery outcome study: long-term results of 841 trabeculectomies. *Clin Exp Ophthalmol* 2008; 36(8): 731-737
- 44 Azuara-Blanco A, Burr J, Ramsay C, et al. Effectiveness of early lens extraction for the treatment of primary angle-closure glaucoma (EAGLE): a randomised controlled trial. *Lancet* 2016; 388(10052): 1389-1397
- 45 Lin YH, Wu CH, Huang SM, et al. Early versus delayed phacoemulsification and intraocular lens implantation for acute primary angle-closure. *J Ophthalmol* 2020; 2020: 8319570
- 46 Choy BN, Chan JC, Chien CP, et al. Recurrent acute angle-closure attack due to plateau iris syndrome after cataract extraction with or without argon laser peripheral iridoplasty: a case report. *BMC Ophthalmol* 2016; 16: 64
- 47 Harasymowycz PJ, Papamatheakis DG, Ahmed I, et al. Phacoemulsification and goniosynechialysis in the management of unresponsive primary angle closure. *J Glaucoma* 2005; 14(3): 186-189
- 48 Francis BA, Pouw A, Jenkins D, et al. Endoscopic cycloplasty (ECPL) and lens extraction in the treatment of severe plateau iris syndrome. *J Glaucoma* 2016; 25(3): e128-e133
- 49 Hollander DA, Pennesi ME, Alvarado JA. Management of plateau iris syndrome with cataract extraction and endoscopic cyclophotocoagulation. *Exp Eye Res* 2017; 158: 190-194
- 50 Lu M, Chuang AZ, Feldman RM. Comparing the effect of lens extraction with endocycloplasty to lens extraction alone in eyes with plateau iris configuration: pilot study. *J Glaucoma* 2021; 30(5): 436-443
- 51 Pathak Ray V, Puri V, Peguda HK, et al. Intra-operative ASOCT determined changes in angle recess in plateau iris syndrome post phaco alone and post phaco-endocycloplasty. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2019; 257(3): 663-664