

眼球生物学测量参数与原发性闭角型青光眼的研究进展

吴梦楠, 吴仁毅

引用: 吴梦楠, 吴仁毅. 眼球生物学测量参数与原发性闭角型青光眼的研究进展. 国际眼科杂志 2020; 20(10): 1752-1755

基金项目: 福建省自然科学基金项目 (No. 2011D001); 福建省医学创新项目 (No. 2011-CXB-47); 福建省厦门市科技项目 (No. 3502Z20134040, 3502Z20149026)

作者单位: (361001) 中国福建省厦门市, 厦门大学附属厦门眼科中心 厦门大学眼科研究所

作者简介: 吴梦楠, 女, 硕士, 研究方向: 青光眼。

通讯作者: 吴仁毅, 博士, 研究方向: 白内障、青光眼. wubasel@hotmail.com

收稿日期: 2019-11-19 修回日期: 2020-08-27

摘要

原发性闭角型青光眼 (PACG) 是临床上常见的威胁视力的青光眼类型。PACG 与正常人相比往往具有异常的眼部解剖结构。随着眼科影像学技术的发展, 对于眼部生物学测量参数与 PACG 的发生和发展有了新的认识。周边前房深度、前房面积和体积、前房宽度、前房角参数、虹膜参数、晶状体厚度和位置、晶状体拱高、睫状体位置和厚度、脉络膜厚度等参数与 PACG 的发生密切相关, 而角膜厚度、角膜曲率和角膜直径与 PACG 的关系有待进一步研究。眼部生物学测量参数的研究对于防治 PACG 具有重要的临床意义。

关键词: 原发性闭角型青光眼; 生物学测量; 发病机制

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2020.10.19

Advances in the research on correlation between ocular biometry parameters and primary angle-closure glaucoma

Meng-Nan Wu, Ren-Yi Wu

Foundation items: Natural Science Foundation of Fujian Province (No. 2011D001); Medical Innovation Project of Fujian Province (No. 2011-CXB-47); Science and Technology Project Xiamen City (No. 3502Z20134040, 3502Z20149026)

Xiamen Eye Center of Xiamen University; Eye Institute of Xiamen University, Xiamen 361001, Fujian Province, China

Correspondence to: Ren-Yi Wu. Xiamen Eye Center of Xiamen University; Eye Institute of Xiamen University, Xiamen 361001, Fujian Province, China. wubasel@hotmail.com

Received: 2019-11-19 Accepted: 2020-08-27

Abstract

• Primary angle-closure glaucoma (PACG) is one of the most common types of sight-threatening glaucoma.

Patients with PACG often have abnormal ocular anatomical variations when compared to normal subjects. With the development of ophthalmic imaging technology, the knowledge is accumulating on the correlation between ocular biometric parameters and PACG pathogenesis and development. It is now known that parameters such as the anterior chamber (AC) depth, AC area, AC volume, AC width, AC angle parameters, iris parameters, lens thickness and positioning, lens vault, ciliary body positioning and thickness, and choroid thickness are all correlated with the pathogenesis of PACG. The associations between PACG and corneal thickness, corneal curvature and corneal diameter need to be further confirmed. Research on the ocular biometry measurement plays important role in the prevention and treatment of PACG.

• KEYWORDS: primary angle-closure glaucoma; biometry; pathogenesis

Citation: Wu MN, Wu RY. Advances in the research on correlation between ocular biometry parameters and primary angle-closure glaucoma. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2020; 20(10): 1752-1755

0 引言

流行病学研究显示, 在全世界范围内, 青光眼是造成不可逆视功能损害的主要原因, 病理性的眼压升高是青光眼的主要危险因素^[1]。目前, 青光眼的全球患病率大约为 3.5%, 其患病率在不同国家地区、种族之间有着一定的差异。研究显示, 亚洲地区的青光眼患病率明显高于非洲、欧美地区, 尤其是原发性闭角型青光眼 (primary angle-closure glaucoma, PACG) 在亚洲地区更为常见, 超过 3/4 的 PACG 全球病例都发生在亚洲地区^[2]。PACG 是由于虹膜构型异常使前房角被周边虹膜机械性阻塞造成房水流出通道受阻所引起。因此, PACG 患者的眼部解剖结构与正常人相比有着显著区别, 其主要表现在 PACG 患者前房浅、房角窄、眼轴较短、晶状体较厚等^[3]。PACG 可以分为原发性急性闭角型青光眼 (primary acute angle-closure glaucoma, PAACG) 和原发性慢性闭角型青光眼 (primary chronic angle-closure glaucoma, PCACG) 两种临床表现型。PAACG 急性发作是一种眼科急症, 由于房角突然大部分或全部关闭, 导致眼压急剧升高, 若早期及时治疗预后良好。PCACG 相比较于 PAACG 发病隐匿, 视力永久性丧失的概率更高, 患者多在病程中晚期确诊, 预后较差^[4]。因此, 对于 PACG 发病机制的研究对早期诊断并控制病情发展有着极其重要的作用。对于 PACG 发生和发展的眼部解剖学危险因素, 除了较为公认的短眼轴、浅前房和窄房角外, 近年来研究发现角膜、前房结构、晶状体解剖和位

置、虹膜、睫状体以及脉络膜均与 PACG 的发病有关。本文将对上述这些新的眼生物学测量参数在 PACG 发病中所起作用做一综述。

1 角膜

1.1 角膜中央厚度 角膜中央厚度 (central corneal thickness, CCT) 与眼压的测量值之间有着密切关系。Muhsen 等^[5]对约旦地区不同类型青光眼患者 (包括 PACG, POAG 和剥脱性青光眼) 及正常人 CCT 测量比较发现, PACG 患者的 CCT 最薄, 正常组 CCT 最厚。Moghimi 等^[6]对伊朗地区 PACG、原发性开角型青光眼 (primary open angle glaucoma, POAG) 和正常人的 CCT 进行测量, 发现 PACG 组 CCT 厚度均小于后两组。在对新加坡华人中 PACG、POAG 及正常人的 CCT 测量研究中发现, PACG 的 CCT 与 POAG 或正常人无明显差异。同时还发现无论是 PACG 或 POAG, 其眼压升高眼 CCT 较眼压正常眼显著变薄^[7]。有横断面研究表明 CCT 在种族、性别、年龄等方面存在着明显差异, 黑色人种、女性以及年龄增长是 CCT 变薄的危险因素, 在此基础上罹患青光眼的风险增加^[8]。由此可见 CCT 在不同种群中具有差异性, CCT 厚度的变化相应引起眼压测量值的改变, 但 CCT 是否和 PACG 发病有直接关联, 仍需要更多研究加以证实。

1.2 角膜直径和角膜曲率半径 PACG 患者与正常人相比其角膜直径较小, 这一解剖结构差异可能与 PACG 患者的眼球偏小、眼轴短有关。Sihota 等^[9]将急性、亚急性及慢性 PACG 患者与正常人相比较, 发现青光眼各组的角膜直径及角膜曲率半径较正常组均偏小, 尤其是急性闭角型青光眼组与正常组之间各解剖结构参数的差异最大。李中庭等^[10]的研究数据显示 PAACG 组的角膜直径及水平角膜曲率半径和正常组相比明显偏小, 提示角膜直径较小与 PACG 的发生存在密切关系。但既往研究均仅比较 PACG 患者与正常人之间角膜相关参数的差异, 对于 PAACG 和 PCACG 角膜解剖参数的差异仍需要进一步研究。

2 前房

2.1 前房体积和前房面积及前房宽度 前房宽度 (anterior chamber width, ACW) 的定义是水平切面两巩膜突之间的直线距离。Liu 等^[11]用 AS-OCT 对 PAACG 患者和正常人进行眼前节参数分析比较, 发现在两组之间 ACW 并无明显统计学差异, 说明 ACW 尚不能反映 PACG 患者的眼部特征。由角膜内皮、虹膜前表面及位于瞳孔以内的晶状体前表面所围成的一圈横截面积被称为前房面积 (anterior chamber area, ACA)。前房体积 (anterior chamber volume, ACV) 是在 ACA 的基础上, 以其作为旋转面, 围绕角膜反光点和晶状体顶点的连线旋转 360° 所围成的体积。Atalay 等^[12]对原发性急性房角关闭的患者进行 ACD、ACA、ACV 等相关眼前节参数测量后发现急性房角关闭眼的 ACA 及 ACV 均明显小于对照组。此外, 国外学者对白种人、非洲人、中国人等不同人群窄房角受试者的 ACA、ACV、ACW 等参数进行研究比较, 发现尽管各人群之间各前房参数存在显著差异, 但是 ACA 和 ACV 这两参数在各人群中与前房角宽度有较强的关联性^[13]。

2.2 前房角参数 当房角狭窄甚至关闭, 房水流出通道受阻, 眼内压急剧升高, 从而引起 PACG 发作。Moghimi

等^[14]将原发性房角关闭患者分为原发性可疑房角关闭 (PACS)、PACG 以及急性原发性房角关闭 (APAC) 三组, 运用房角镜、A 超和 AS-OCT 对以上三组患者进行前段眼部参数的测量, 发现 APAC 的房角最窄, 而 PACS 的房角最宽。房角开放距离 (angle opening distance, AOD)、房角隐窝面积 (angle recess area, ARA)、小梁网虹膜间面积 (trabecular iris space area, TISA) 等可以作为衡量前房角的定量结构参数。研究发现, 在房角关闭的青光眼中 AOD、ARA、TISA 与眼内压有着较强关联^[15]。Su 等^[16]运用 AS-OCT 对入选的研究对象包括 PACS、PAC、PACG、POAG 和正常人的 AOD、ARA、TISA 进行测量, 发现有周边房角粘连者的上述结构参数明显偏小。

3 虹膜

长期以来, 瞳孔阻滞被认为是导致房角关闭的主要原因。He 等^[17]的研究发现, 在中国仅有 38% 的房角关闭由瞳孔阻滞引起。非瞳孔阻滞在引起房角关闭所有因素中可能占有相当大的比例。虹膜高褶是非瞳孔阻滞的一个重要特征眼部解剖结构表现。Kumar 等^[18]运用超声生物显微镜 (ultrasound bio-microscopy, UBM) 对印度地区 PACG 患者虹膜进行扫描后发现大约有 30% 的 PACG 患者在 UBM 图像上显示出虹膜高褶。以上研究结果可以解释部分 PACG 患者虹膜周边切除术不能够有效控制眼压和青光眼性视神经病变的进展。虹膜自身的结构异常也与 PACG 发生有着一定联系。Ku 等^[19]对房角关闭患者 (包括 PACS、PACG 和 APAC) 和正常对照组的虹膜厚度进行测量, 发现前者虹膜厚度较后者偏厚, 可见虹膜厚度增加是 PACG 发生的危险因素之一。有学者研究发现虹膜硬度也可能是 PACG 的危险因素之一, 虹膜硬度增加可以引起虹膜增厚, 最终可造成房角关闭^[20]。Wang 等^[21]运用 AS-OCT 对新加坡地区 2047 名受试者的虹膜定量参数进行测量, 包括虹膜曲率 (iris curvature, I-Curv)、虹膜面积 (iris area, I-Area) 等, 发现 I-Curv、I-Area 可作为房角关闭的独立危险因素, 为进一步揭示房角关闭的发病机制提供解剖学依据。也有研究对 PACG 患者行激光虹膜周边切除术 (laser peripheral iridotomy, LPI) 前后与前房相关结构参数进行测量比较, 发现在行 LPI 后 I-Curv 明显减小, 推测较大的 I-Curv 可作为预测 LPI 效果指标之一^[22]。Lin 等^[23]在不同光照条件下对 PACG 患者和正常人的前房、晶状体及虹膜结构参数进行测量, 发现在暗环境下 PACG 虹膜面积变化较正常人小, 可导致较大虹膜曲率。这也可以部分解释为什么在暗环境下更容易引起 PACG 的发生。

4 晶状体和眼轴

4.1 晶状体厚度 晶状体的生理性改变与 PACG 的发生密切相关。随着年龄增长, 晶状体的厚度逐渐增大, 晶状体前囊与虹膜括约肌密切接触, 从而造成瞳孔阻滞, 从而阻碍房水由后房流入前房, 积聚在后房的房水加重虹膜膨隆, 使房角狭窄甚至完全关闭从而发生 PACG^[24]。Yip 等^[25]对 1 例双眼罹患 PACG 女性患者进行长达 12a 跟踪随访, 测量其晶状体厚度变化, 发现该患者晶状体每年增长厚度明显超过正常人平均水平。PACG 患者晶状体厚度较正常人更厚, 从而使前房变浅, 导致前房拥挤。晶状体不断增厚导致虹膜向前膨隆, 形成瞳孔阻滞, 房水引流

不畅,造成眼压急剧升高^[26]。此外,由于晶状体不断增厚,很多仅行小梁切除术的患者其房角也会进行性狭窄,从而导致 PACG 再次发作。因此,晶状体摘除对于预防和治理 PACG,具有相应的理论基础,也被众多的临床研究证实。有学者将 155 例原发性房角关闭(PAC)和 263 例 PACG 患者随机分为两组,一组行晶状体摘除手术,另一组行激光虹膜周边切除联合药物治疗,对上述两组进行 36mo 的跟踪随访,前者眼压控制情况较后者好^[27],可见对于 PACG 行晶状体摘除要优于激光虹膜周边切除联合药物治疗,可作为 PACG 一线治疗之一。也有研究认为,对 PACG 患者行晶状体摘除在长期控制眼压方面有良好作用,特别是合并近视、晶状体位置靠前且较厚者^[28]。

4.2 晶状体位置及相对晶状体位置 晶状体位置(lens position, LP)是指前房深度+晶状体厚度的 1/2,而相对晶状体位置(relative lens position, RLP)则被定义为晶状体厚度/眼轴长度,二者都可以反映晶状体解剖位置对于前房结构的影响。Lim 等^[29]对 PACG 患者的急性发作眼及对侧眼进行测量,比较 ACD、LP、RLP 等相关变量,发现 PACG 患者发作眼较对侧眼晶状体位置更靠前,而 RLP 在两组之间并无明显差异。但 Nongpiur 等^[30]运用 AS-OCT 对 PACG 患者与正常人进行比较研究,发现 LP 和 RLP 与 PACG 的发生并无相关性。这很可能是由于 LP 和 RLP 会受前房深度及晶状体厚度影响。因此,LP 和 RLP 与前房角关闭的相关关系值得进一步研究以明确。

4.3 晶状体拱高 近来研究发现,对于晶状体拱高(lens vault, LV)的测量可作为衡量 PACG 发生风险的一项参考指标。LV 的定义是晶状体的前极与两巩膜突水平连线的垂直距离。Tan 等^[31]在新加坡窄房角的青光眼患者中发现:与房角开放的青光眼对比,窄房角患者的晶状体拱高更大。LV 可作为 PACG 患者一项独立发病危险因素。Ozaki 等^[32]对日本地区 124 例 PACG 患者眼前节参数测量中也发现较大的 LV 与房角关闭密切相关。由此可见,LV 有望可作为佐证窄房角、预测 PACG 发生的重要指标之一。

5 睫状体

睫状体位于葡萄膜的中间,前接虹膜根部,后端以锯齿缘为界移行于脉络膜。睫状体上的睫状突可以分泌房水,同时睫状肌收缩控制房水排出,二者相互协调来控制眼内压的稳定。随着眼科影像技术的发展,近年来研究发现睫状体解剖结构或者位置异常可能与 PACG 急性发作有关。Li 等^[33]运用 UBM、AS-OCT 等仪器测量 PACG 患者急性发作眼及对侧眼眼部结构相关参数,发现急性发作眼的睫状体厚度较对侧眼薄,但睫状体的位置更靠前。此外还有研究比较 PAACG 患者对侧眼和 PCACG 患者对侧眼的睫状体形态、位置等,发现 PAACG 眼睫状体位置前移显著^[34]。此外,睫状体厚度也与 PACG 有着密切关系。Wang 等^[35]研究 44 例 PACG 患者发作眼及其对侧眼的睫状体相关结构参数,并与正常人进行对比,发现 PACG 急性发作眼的睫状体厚度最薄,且不论是发作眼还是对侧眼的睫状体厚度都比正常组薄。他们推测可能是 PACG 患者高血压状态造成睫状体灌注不足,使睫状体厚度变薄。

6 脉络膜

脉络膜是一层富含血管的棕色膜,是葡萄膜的最后一

部分,位于视网膜和巩膜之间,以锯齿缘为前界,向后止于视神经周围。近年来有研究发现脉络膜厚度增加可能与 PACG 发病有一定的关联。Zhou 等^[36]将原发性房角关闭患者分为 PACS、PAC、PACG 三组并与正常组比较黄斑区脉络膜厚度,发现 PAC 的患者其黄斑区脉络膜厚度比正常组厚。Gao 等^[37]运用 UBM、SS-OCT 对 PACG、POAG 和正常组的前、后脉络膜厚度进行测量,发现 PACG 和 POAG 组的前脉络膜厚度均比正常组增厚。但后脉络膜厚度在各组之间并无明显统计学差异,而前脉络膜厚度可能与青光眼发病机制有关。但也有学者就 PACG 患者脉络膜厚度增厚这一观点提出了相反的看法,认为 PACG 与脉络膜厚度变薄有关。Song 等^[38]对 23 例 PACG 患者发作眼及对侧眼的脉络膜厚度进行对比,发现高眼压环境下的发作眼的脉络膜厚度比正常眼压对侧眼厚度偏薄,这种变化也可能是由于脉络膜血管收缩导致脉络膜缺血所致。还有其他研究发现无论是 PACG 还是 POAG 患者在进行小梁切除术后其脉络膜厚度立即增厚,可能是由于解除了高眼压环境,脉络膜血管灌注恢复,从而造成脉络膜水肿,使其厚度增加。脉络膜厚度改变与 PACG 的发生和发展的关系需要进一步的研究予以阐明。

7 总结

PACG 的发病机制多种多样,眼部多种组织解剖结构的改变都可能与 PACG 的发生和/或进展有关联。对于 PACG 发病机制的经典解剖危险因素如角膜较小、前房较浅、晶状体相对较大较厚、眼轴长度较短已经被我们所熟知,而前房角相关结构参数、虹膜厚度及硬度、虹膜曲率、虹膜动态变化、睫状体形态及位置、脉络膜等眼内结构参数与 PACG 的发生和发展的关系则需要进一步研究证实。此外,随着基因技术的不断发展,对于 PACG 发病机制的探索不仅仅局限于对眼解剖结构及相关眼部参数的研究,我们可以比较研究 PACG 患者特有的解剖结构相关基因的表达差异,必将有助于阐明 PACG 的发病机制,对于 PACG 的预警和防治也具有重要的意义。

参考文献

- 1 Liu SA, Zhao ZN, Sun NN, et al. Transitions of the understanding and definition of primary glaucoma. *Chin Med J (Engl)* 2018; 131(23): 2852-2859
- 2 Song P, Wang J, Bucan K, et al. National and subnational prevalence and burden of glaucoma in China: A systematic analysis. *J Glob Health* 2017; 7(2): 020705
- 3 Ahram DF, Alward WL, Kuehn MH. The genetic mechanisms of primary angle closure glaucoma. *Eye* 2015; 29(10): 1251-1259
- 4 Sihota R. Classification of primary angle closure disease. *Curr Opin Ophthalmol* 2011; 22(2): 87-95
- 5 Muhsen S, Alkhalaileh F, Hamdan M, et al. Central corneal thickness in a Jordanian population and its association with different types of glaucoma: cross-sectional study. *BMC Ophthalmol* 2018; 18(1): 279-285
- 6 Moghimi S, Torabi H, Hashemian H, et al. Central corneal thickness in primary angle closure and open angle glaucoma. *J Ophthalmic Vis Res* 2014; 9(4): 439-443
- 7 Pang CE, Lee KY, Su DH, et al. Central corneal thickness in Chinese subjects with primary angle closure glaucoma. *J Glaucoma* 2011; 20(7): 401-404
- 8 Wang SY, Melles R, Lin SC. The impact of central corneal thickness on the risk for glaucoma in a large multiethnic population. *J Glaucoma*

2014;23(9):606-612

9 Sihota R, Lakshmaiah NC, Agarwal HC, *et al.* Ocular parameters in the subgroups of angle closure glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2000; 28(4):253-258

10 李中庭,冷炫,李乃洋,等.急性闭角型青光眼发病相关危险因素研究.眼科新进展 2018;38(11):1062-1065

11 Liu L, Liu X, Huang C, *et al.* Associated factors of acute primary angle closure glaucoma in a sub-group of Chinese people: comparison between attack eyes and normal controls. *Sci Rep* 2017; 7(1):14885-14893

12 Atalay E, Nongpiur ME, Baskaran M, *et al.* Biometric factors associated with acute primary angle closure: comparison of the affected and fellow eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57(13):5320-5325

13 Lee RY, Chon BH, Lin SC, *et al.* Association of ocular conditions with narrow angles in different ethnicities. *Am J Ophthalmol* 2015;160(3):506-515

14 Moghimi S, Torkashvand A, Mohammadi M, *et al.* Classification of primary angle closure spectrum with hierarchical cluster analysis. *PLoS One* 2018;13(7):e0199157

15 Xu BY, Burkemper B, Lewinger JP, *et al.* Correlation between intraocular pressure and angle configuration measured by OCT: The Chinese American Eye Study. *Ophthalmol Glaucoma* 2018;1(3):158-166

16 Su DH, Friedman DS, See JL, *et al.* Degree of angle closure and extent of peripheral anterior synechiae: an anterior segment OCT study. *Br J Ophthalmol* 2008;92(1):103-107

17 He M, Foster PJ, Johnson GJ, *et al.* Angle-closure glaucoma in East Asian and European people. Different diseases? *Eye* 2006;20(1):3-12

18 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

19 Ku JY, Nongpiur ME, Park J, *et al.* Qualitative evaluation of the iris and ciliary body by ultrasound biomicroscopy in subjects with angle closure. *J Glaucoma* 2014;23(9):583-588

20 Pant AD, Gogte P, Pathak-Ray V, *et al.* Increased iris stiffness in patients with a history of angle-closure glaucoma: an image-based inverse modeling analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018; 59(10):4134-4142

21 Wang B, Sakata LM, Friedman DS, *et al.* Quantitative iris parameters and association with narrow angles. *Ophthalmology* 2010;117(1):11-17

22 Nützi C, Orgül S, Schötzau A, *et al.* Predictability of morphological changes of the anterior chamber angle after laser iridotomy by ultrasound biomicroscopy. *Klin Monbl Augenheilkd* 2015;232(4):419-426

23 Lin J, Wang Z, Chung C, *et al.* Dynamic changes of anterior segment in patients with different stages of primary angle-closure in both eyes and normal subjects. *PLoS One* 2017;12(5):e0177769

24 Papaconstantinou D, Georgalas I, Kourtis N, *et al.* Lens-induced glaucoma in the elderly. *Clin Interv Aging* 2009;4:331-336

25 Yip LW, Aquino MC, Chew PT. Measurement of anterior lens growth after acute primary angle-closure glaucoma. *Can J Ophthalmol* 2007;42(2):321-322

26 Azuara-Blanco A, Burr J, Ramsay C, *et al.* EAGLE study group. Effectiveness of early lens extraction for the treatment of primary angle-closure glaucoma (EAGLE): a randomised controlled trial. *Lancet* 2016; 388(10052):1389-1397

27 Trikha S, Perera SA, Husain R, *et al.* The role of lens extraction in the current management of primary angle-closure glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2015;26(2):128-134

28 Baig N, Kam KW, Tham CC. Managing primary angle closure glaucoma-The role of lens extraction in this era. *Open Ophthalmol J* 2016;10:86-93

29 Lim MC, Lim LS, Gazzard G, *et al.* Lens opacity, thickness, and position in subjects with acute primary angle closure. *J Glaucoma* 2006; 15(3):260-263

30 Nongpiur ME, He M, Amerasinghe N, *et al.* Lens vault, thickness, and position in Chinese subjects with angle closure. *Ophthalmology* 2011; 118(3):474-479

31 Tan GS, He M, Zhao W, *et al.* Determinants of lens vault and association with narrow angles in patients from Singapore. *Am J Ophthalmol* 2012;154(1):39-46

32 Ozaki M, Nongpiur ME, Aung T, *et al.* Increased lens vault as a risk factor for angle closure: confirmation in a Japanese population. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2012;250(12):1863-1868

33 Li X, Wang W, Huang W, *et al.* Difference of uveal parameters between the acute primary angle closure eyes and the fellow eyes. *Eye* 2018;32(7):1174-1182

34 Li M, Chen Y, Chen X, *et al.* Differences between fellow eyes of acute and chronic primary angle closure (glaucoma): An ultrasound biomicroscopy quantitative study. *PLoS One* 2018;13(2):e0193006

35 Wang Z, Chung C, Lin J, *et al.* Quantitative measurements of the ciliary body in eyes with acute primary-angle closure. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57(7):3299-3305

36 Zhou M, Wang W, Huang W, *et al.* Is increased choroidal thickness association with primary angle closure? *Acta Ophthalmol* 2014;92(7):e514-20

37 Gao K, Li F, Li Y, *et al.* Anterior choroidal thickness increased in primary open-angle glaucoma and primary angle-closure disease eyes evidenced by ultrasound biomicroscopy and SS-OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018;59(3):1270-1277

38 Song W, Huang P, Dong X, *et al.* Choroidal thickness decreased in acute primary angle closure attacks with elevated intraocular pressure. *Curr Eye Res* 2016;41(4):526-531