

应用扫频源光学相干断层扫描成像分析后皮质前玻璃体囊袋的形态

金波¹, 安广琪^{1,2}, 雷博², 杜利平¹, 戴方方², 金学民¹

引用:金波,安广琪,雷博,等.应用扫频源光学相干断层扫描成像分析后皮质前玻璃体囊袋的形态.国际眼科杂志 2021; 21(6):1077-1081

基金项目:国家自然科学基金资助项目(No.81770949, 81970792);河南省科技厅项目(No.162102410004)

作者单位:¹(450052)中国河南省郑州市,郑州大学第一附属医院 郑州大学眼底病研究所;²(450003)中国河南省郑州市,郑州大学人民医院 河南省立眼科医院 & 河南省眼科研究所 河南省人民医院

作者简介:金波,毕业于辽宁医学院,硕士,主治医师,研究方向:眼底病、眼外伤、白内障。

通讯作者:金学民,毕业于中山大学中山眼科中心,博士,教授,主任医师,硕士研究生导师,郑州大学眼底病研究所所长,研究方向:眼底病、眼外伤、葡萄膜炎、遗传性眼病. jinxuemin@zzu.edu.cn

收稿日期:2020-09-12 修回日期:2021-04-27

摘要

目的:应用扫频源光学相干断层扫描成像(SS-OCT)观察并分析后皮质前玻璃体囊袋(PPVP)的形态学特点。

方法:前瞻性研究。纳入2019-03/06于河南省立眼科医院行SS-OCT检查发现PPVP的受检者91例138眼。观察PPVP的SS-OCT形态学特点,比较不同性别、年龄、等效球镜受检者的PPVP的宽度和高度的差异。

结果:纳入91例138眼中112眼(81.2%)PPVP形态为船形,19眼(13.8%)为椭圆形,7眼(5.1%)为对勾形。99眼(71.7%)PPVP与Martegiani区连通。138眼的PPVP的平均宽度为 $6248.82 \pm 1117.87 \mu\text{m}$,平均高度为 $562.12 \pm 476.94 \mu\text{m}$ 。不同性别受检者的PPVP的平均宽度和高度比较无差异($P > 0.05$),PPVP的宽度与年龄呈正相关($r = 0.32, P < 0.01$),低度近视组受检者PPVP的高度低于非近视组和中度近视组($P = 0.01, 0.03$)。

结论:PPVP多为黄斑前船形液体腔隙,多与玻璃体管(Cloquet管)连通,其宽度与年龄相关,PPVP的存在可能影响PVD的形成与进展。

关键词:扫频源光学相干断层扫描成像;后皮质前玻璃体囊袋;玻璃体后脱离;近视

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2021.6.28

Using swept - source optical coherence tomography to analysis the morphological characteristics of posterior precortical vitreous pocket

Bo Jin¹, Guang-Qi An^{1,2}, Bo Lei², Li-Ping Du¹, Fang-Fang Dai², Xue-Min Jin¹

Foundation items: National Natural Science Foundation of China

(No.81770949, 81970792); Henan Provincial of Department Science and Technology Project (No.162102410004)

¹The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Fundus Disease Institute of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan Province, China; ²Henan Eye Hospital & Henan Eye Institute, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou University People's Hospital, Zhengzhou 450003, Henan Province, China

Correspondence to: Xue-Min Jin. The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Fundus Disease Institute of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, Henan Province, China. jinxuemin@zzu.edu.cn

Received:2020-09-12 Accepted:2021-04-27

Abstract

• AIM: To observe the morphological characteristics of posterior precortical vitreous pocket (PPVP) using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) .

• METHODS:Prospective study. One hundred and thirty-eight eyes of 91 cases with PPVP observed by SS-OCT in Henan Eye Hospital from March 2019 to June 2019 were included in the study. The average width and height size of PPVP was compared among subjects with different genders, age and equivalent spherical.

• RESULTS: In 138 eyes, 112 eyes (81.2%) were ship shaped, 19 eyes (13.8%) were oval, and 7 eyes (5.1%) were hook shaped. Ninety-nine eyes (71.7%) had PPVP which connected with Martegiani area. The average width of PPVP was $6248.82 \pm 1117.87 \mu\text{m}$, and the average height of PPVP was $562.12 \pm 476.94 \mu\text{m}$. There was no difference in the width and height of PPVP between different genders ($P > 0.05$), and the PPVP' width was positively correlated with age ($r = 0.32, P < 0.01$). The PPVP' height in low myopia group were lower than that in non-myopia and moderate myopia group eyes ($P = 0.01, 0.03$).

• CONCLUSION: PPVP is a boat-shaped fluid cavity in front of the macula, which communicates with the Cloquet canal. Its width is related to the age. The existence of PPVP may play a role in the development of PVD and its progress.

• KEYWORDS: swept - source optical coherence tomography; posterior precortical vitreous pocket; posterior vitreous detachment; myopia

Citation:Jin B, An GQ, Lei B, et al. Using swept-source optical coherence tomography to analysis the morphological characteristics of posterior precortical vitreous pocket. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2021;21(6):1077-1081

0 引言

玻璃体是透明的凝胶状结构,体积约4mL,较难通过裂隙灯观察,年龄增长、近视等多种因素均可导致玻璃体凝胶凝缩及液化^[1-2]。黄斑区玻璃体液化、后脱离与黄斑劈裂^[3-4]、黄斑裂孔^[5-6]、黄斑水肿^[7]、黄斑前膜^[8]等疾病有密切的关系。因此,对玻璃体液化的观察有助于探索玻璃体视网膜界面的发病机制。后皮质前玻璃体囊袋(posterior precortical vitreous pocket, PPVP)是黄斑前一液体腔隙,前界为玻璃体凝胶,后界为玻璃体后皮质,1990年 Kishi 等^[9]通过尸解剖发现了 PPVP。在玻璃体手术中,无玻璃体后脱离(posterior vitreous detachment, PVD)的手术中同样可观察到该结构^[10-11]。PPVP 的发现提高了研究者对玻璃体视网膜界面疾病的认识,其变化或许与许多玻璃体视网膜界面病变的发生机制相关^[12-13]。由于以往的光学相干断层扫描成像(optical coherence tomography, OCT)范围有限、成像欠清晰,临床医师在阅片中常把 PPVP 误认为 PVD^[14]。随着扫描范围广、穿透力强、速度快的扫频源光学相干断层扫描成像(swept-source optical coherence tomography, SS-OCT)出现,临床医师可以在活体中观察到全面且清晰的 PPVP。既往应用 SS-OCT 观察 PPVP 的报道较少,本研究应用 SS-OCT 观察 91 例 138 眼受检者 PPVP 的形态学特点,分析其与性别、年龄、等效球镜度数的关系,以期对 PPVP 有更深入的了解,现报告如下。

1 对象和方法

1.1 对象

前瞻性研究。纳入 2019-03/06 就诊于河南省立眼科医院行 SS-OCT 的受检者 91 例 138 眼。纳入标准:(1)等效球镜度数为 $-6.00 \sim +1.00D$,最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)为 $-0.3 \sim 0.0$ (LogMAR);(2)眼底镜检查眼底未见明显异常;(3)SS-OCT 图像能观察到清晰的 PPVP。排除标准:SS-OCT 图像中无 PPVP 存在或屈光间质混浊 PPVP 显示不清者。本研究经河南省立眼科医院伦理委员会审核批准[No. HNEECKY-2018(4)],所有受检者或青少年监护人均签署知情同意书。

1.2 方法

受检者取坐位,将头部置于下颌托上,双眼平视。采集者应用 SS-OCT 对受检者眼底进行光相干断层扫描成像采集,扫描模式包括以黄斑中心凹为圆心的放射状扫描,过黄斑中心凹与视盘的单线及多线扫描;扫描线长度为 12、16mm;扫描深度为 2.7~6.0mm;扫描激光波长为 1050nm;扫描速度为 200000 次/秒。PPVP 的大小采用 VG200D 分析软件测量尺测量,测量指标见图 1,PPVP 的长度与高度均由 3 名技术娴熟眼科医师进行独立测量,测量结果偏差较大或有争议时由高年资医师进行裁决。

统计学分析:采用 SPSS 25.0 统计学软件对采集的数据进行分析。性别采用例数和率(%)描述,采用卡方检验。经 K-S 检验,年龄、等效球镜度数、PPVP 的高度与宽度计量资料符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。计量资料采用独立样本 *t* 检验或单因素方差分析检验比较,组间比较采用 LSD-*t* 检验,年龄与 PPVP 宽度与高度的相关性采用 Pearson 相关分析, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

纳入受检者 91 例 138 眼中男 35 例 57 眼,女 56 例 81 眼,年龄 8~63(平均 23 ± 14.4)岁,单眼 44 例 44 眼,双眼

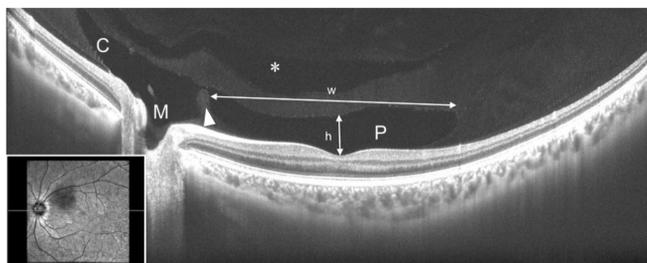


图 1 PPVP 测量方法 w:PPVP 宽度;h:PPVP 高度;P:PPVP 所示低信号腔隙,黄斑前船形液体腔隙;C:玻璃体管(Cloquet 管)所示低信号管状腔隙,从晶状体后极至视盘前的原始玻璃体管残余;M: Martegiani 区所示低信号腔隙, Cloquet 管连接视盘的基底部;* :玻璃体液化腔隙;白箭头:PPVP 与 Martegiani 区可观察到一稍高信号隔膜,其上可见 PPVP 与 Cloquet 管的连接通道。

47 例 94 眼。等效球镜度数为 $-6.00 \sim +1.00$ (平均 -2.00 ± 1.75)D。根据年龄将受检者分为少年组(8~18岁),青年组(19~35岁),中年组(36~63岁),不同年龄组间性别、等效球镜度数差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。根据等效球镜度数将受检者分为非近视组($-0.25 \sim +1.00D$),低度近视组($-0.50 \sim -2.75D$),中度近视组($-3.00 \sim -6.00D$),不同等效球镜数组间年龄、PPVP 的宽度差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

2.1 PPVP 形态学特点

PPVP 138 眼中船形 112 眼(81.2%),椭圆形 19 眼(13.8%),对勾形 7 眼(5.1%),各形态影像学特点见图 2。双眼受检者 47 例中 43 例(91.5%)双眼 PPVP 形态一致。形态不一致 4 例受检者均为近视($-1.25 \sim -4.50D$),其中 2 例存在屈光参差。138 眼 PPVP 宽度为 658.7~9823.2(平均 6248.82 ± 1117.87) μm ;PPVP 高度为 64.8~5392.1(平均 562.12 ± 476.94) μm 。138 眼均可观察到 PPVP 与 Martegiani 区间有一隔膜,其中 99 眼(71.7%)在扫描线平面中可观察到 PPVP 与 Martegiani 区连通。

2.2 不同性别间 PPVP 的宽度和高度比较

男性与女性 PPVP 平均宽度分别为 6392.46 ± 973.36 、 6147.7 ± 1204.8 μm ,两组间 PPVP 平均宽度比较差异无统计学意义($t = 1.43, P = 0.15$)。男性与女性 PPVP 的平均高度分别为 572.6 ± 290.4 、 492.9 ± 185.5 μm ,两组间 PPVP 的平均高度比较差异无统计学意义($t = 1.97, P = 0.06$)。

2.3 PPVP 的宽度和高度与年龄关系

不同年龄组 PPVP 的宽度与高度见表 1,典型病例见图 3,采用随机数法将双眼受检者右眼编码为 1,左眼编码为 2,随机抽取 1 眼。形成 91 例 91 眼的样本。PPVP 的平均宽度与受检者年龄呈正相关($r = 0.24, P = 0.02$);而 PPVP 的平均高度与受试者年龄无相关性($r = 0.06, P = 0.58$)。

2.4 不同等效球镜度数组的 PPVP 的宽度和高度比较

不同等效球镜度数组的 PPVP 的平均宽度与高度见表 2,典型病例见图 3。不同等效球镜度数组的 PPVP 的平均高度比较差异有统计学意义($P = 0.02$)。组间比较显示低度近视组较非近视组、中度近视组的 PPVP 平均高度差异有统计学意义($t = 2.57, 2.18, P = 0.01, 0.03$)。非近视组与中度近视组的高度差异无统计学意义($t = 0.68, P = 0.50$)。

2.5 PPVP 形态与 PVD 的关系

138 眼中观察到不完全

表 1 不同年龄组受检者一般资料比较

分组	例数	性别(男,%)	等效球镜度数($\bar{x}\pm s, D$)	PPVP 宽度($\bar{x}\pm s, \mu m$)	PPVP 高度($\bar{x}\pm s, \mu m$)
少年组	43	22(51.2)	-2.50±1.50	6014.91±835.48	489.926±162.37
青年组	34	9(26.5)	-2.00±2.00	6224.80±1397.56	608.18±361.10
中年组	14	4(28.6)	-1.25±1.50	6959.14±1156.29	477.36±180.55
F/χ^2		5.58	2.86	3.74	2.38
P		0.06	0.06	0.03	0.01

注:少年组:8~18岁;青年组:19~35岁;中年组:36~63岁。

表 2 不同等效球镜度数组受检者一般资料比较

分组	眼数	年龄(岁)	PPVP 宽度(μm)	PPVP 高度(μm)	$\bar{x}\pm s$
非近视组	29	29.2±13.7	6511.38±1040.46	582.92±345.95	
低度近视组	62	23.18±14.3	6230.23±1101.65	452.44±161.97	
中度近视组	47	21.0±10.7	6111.33±1178.90	546.96±199.80	
F		2.91	1.17	4.21	
P		0.06	0.31	0.02	

注:非近视组:-0.25~+1.00D;低度近视组:-0.50~-2.75D;中度近视组:-3.00~-6.00D。

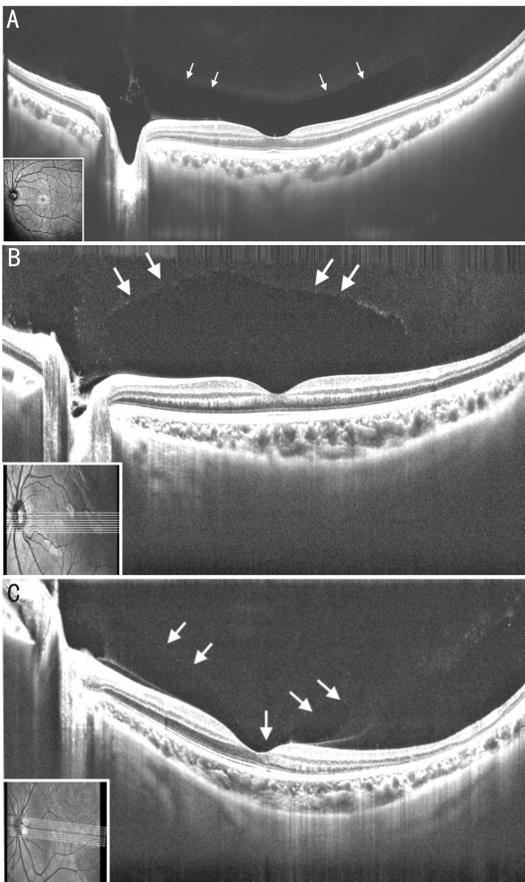


图 2 PPVP 的不同形态 A:病例 1,女性,41 岁,左眼,正视眼,PPVP 呈船形,两端较尖锐,前缘为玻璃体凝胶,呈两端微微上翘的弧形,后缘为玻璃体后皮质,未发生 PVD;B:病例 2,男性,9 岁,左眼,等效球镜度数为-1.75D,PPVP 前缘呈扁圆形,两端弧度较圆润;C:病例 3,女性,27 岁,左眼,等效球镜度数为-5.25D,PPVP 较狭长,前缘玻璃体较靠近中心凹,两端上翘呈对勾状。

PVD 21 眼 (15.21%),其 PPVP 均为船形,PPVP 在 PVD 的过程中的形态变化见图 4。

3 讨论

1990 年,Kishi 等^[9]通过荧光素对尸眼玻璃体凝胶染

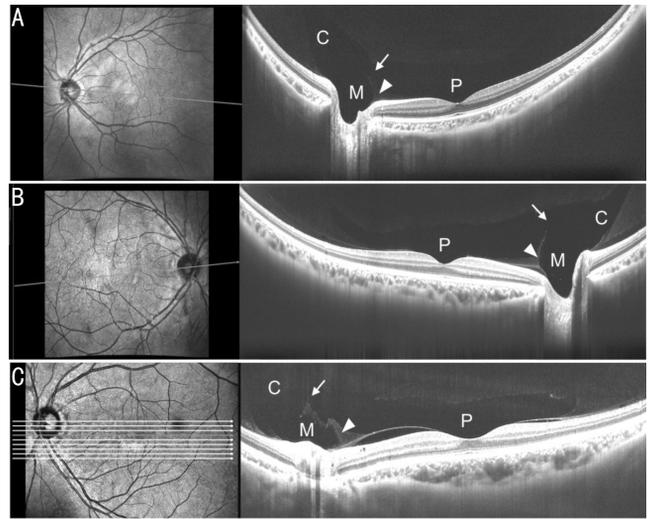


图 3 不同年龄及等效球镜度数受检者的 PPVP P:PPVP;M: Martegiani 区;C:Cloquet 管;白箭头:PPVP 与 Martegiani 区间的隔膜;白箭:PPVP 与 Martegiani 区的连接通道。A:病例 1,男性,11 岁,左眼,等效球镜度数为-3.75D,PPVP 宽为 5866.7 μm ,高为 545.7 μm ;B:病例 2,男性,26 岁,右眼,等效球镜度数为-2.75D,PPVP 宽为 7973.6 μm ,高为 425.0 μm ;C:病例 3,女性,63 岁,左眼,等效球镜度数为 0D,PPVP 宽为 8103.4 μm ,高为 372.4 μm ,可见不完全玻璃体后脱离。

色,发现并命名了 PPVP,其前壁为玻璃体凝胶,后壁为玻璃体后皮质,内含液体。PPVP 在大约 4~7 岁时发展为船形液化腔,并在 10 岁后进化完全^[15-17]。近年来,随着 SS-OCT 的应用,研究者在活体中即可清晰地观察 PPVP 的形态结果。本研究中,当患者取坐姿时,81.2%受检者 PPVP 为后极部前船形玻璃体腔隙,91.5%双眼形态一致,与既往应用 OCT 对 PPVP 观察的研究一致^[17-18]。另外我们观察到了椭圆形 PPVP 和对勾形 PPVP,提示 PPVP 形态是多样的。

既往研究观察到玻璃体管 (Cloquet 管) 基底部 Martegiani 区与 PPVP 间存在一隔膜 (图 3 白箭头示)^[19-20]。Itakura 等^[18]观察到成人中 93.1%的 PPVP 与 Martegiani 区间存在连接通道, Park 等^[17]观察到 3~4 岁受检者未观察到该通道,而 11 岁受检者中 50%观察到了该

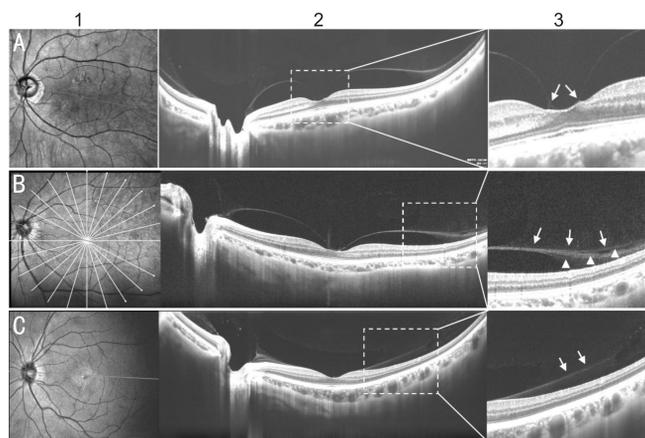


图4 PPVP与PVD的关系 1:眼底红外图及扫描线;2:SS-OCT图像;3:局部放大图;A:病例1,女性,54岁,左眼,等效球镜度数为-3.75D,不完全玻璃体后脱离,玻璃体后皮质呈“大雁形”,其上可见PPVP,黄斑中心凹可见明显后皮质劈裂与牵拉(白箭头示);B:病例2,女性,61岁,左眼,等效球镜度数为+1.50D,不完全玻璃体后脱离阶段,玻璃体后皮质呈“大雁形”,其上可见PPVP与黄斑中心凹仍有连接,黄斑鼻侧可见玻璃体后皮质劈裂(白箭头示),PPVP外的玻璃体凝胶纤维垂直于玻璃体后皮质排列(白箭头示);C:女性,63岁,左眼,等效球镜度数为0D,不完全玻璃体后脱离,其上可见PPVP,PPVP外的玻璃体凝胶纤维垂直于玻璃体后皮质排列(白箭头示)。

通道,本研究中71.7%眼观察到该通道(图3白箭示)。Cloquet管是原始玻璃体的残余,从Martegiani区发出连接至Berger区的晶状体后极部。由此推测PPVP中液体可能为房水。房水含有高浓度的维生素C,可以中和晶状体中产生的自由基^[21-22],若PPVP中的液体为房水,则可能同样可中和黄斑产生的氧化自由基继而保护黄斑^[16,22]。

本研究138眼中PPVP的平均宽度和高度的分别为 6248.82 ± 1117.87 、 $562.12 \pm 476.94 \mu\text{m}$,宽度比既往研究偏小,我们考虑与本研究样本偏年轻有关,平均高度与既往研究结果类似^[18-19]。Park等^[17]认为儿童PPVP的宽度短于成人的宽度,且其宽度与年龄呈正比,She等^[20]也得出了相同的结果。本研究中PPVP的平均宽度与年龄正相关($r=0.24, P=0.02$)。

关于PPVP宽度和高度与屈光度关系研究目前较少。本研究中,低度近视组较非近视组PPVP高度降低,而随着屈光度数增加到中度近视时PPVP高度又升高,这与Itakura等^[18]的观察相同,却与She等^[20]观察到的随着屈光度数增加PPVP的高度降低减少的结论相反。我们认为随着屈光度数增加,眼球的单一轴向延伸或赤道部扩张可能影响PPVP的形态变化。但PPVP在屈光度数增加中的作用与改变需要综合眼球形态、眼轴等参数进一步研究。

PPVP两侧玻璃体凝胶纤维呈垂直于玻璃体视网膜界面排列,而黄斑中心凹仅与玻璃体后皮质相接,由于PPVP的存在,该区域无玻璃体凝胶纤维牵引^[23]。在既往对PVD观察中,PVD常常起始于黄斑中心凹以外的区域^[24]。SS-OCT显示的玻璃体凝胶收缩牵引方向,可以很好地解释这一现象^[2]。随着PVD的进展,PPVP两侧玻璃体凝胶纤维收缩牵引而黄斑中心凹缺少玻璃体凝胶纤维的直接牵引使玻璃体后皮质形成“大雁形”结构,即出现仅有中心凹处玻璃体后皮质黏连^[25-26],见图4。Imai

等^[27]、Kishi等^[28]及Karimi等^[29]的研究认为,该种形式的PVD在糖尿病性视网膜病变、视网膜静脉阻塞中最终可能导致黄斑囊样水肿的产生。刘思源等^[30]研究表明虽然该种PVD在视网膜分支静脉阻塞患者的治疗中并不受影响,但在黄斑囊样水肿患者中仍需关注玻璃体视网膜界面的变化。随着不完全PVD进展为完全PVD,该处玻璃体后皮质黏连会演变成玻璃体后皮质残留。李文博等^[31]观察到黄斑前膜的患眼中后脱离的玻璃体中可见黄斑中心凹周围的卵圆形缺损,残留的玻璃体后脱离是黄斑前膜的主要来源。PPVP的形态及其周围玻璃体凝胶纤维的走行及其在PVD中的作用可以印证这一推论。

综上所述,我们基于SS-OCT发现PPVP多为黄斑前船形液体腔隙,与Cloquet管连通。PPVP的存在使黄斑中心凹视网膜与玻璃体凝胶间未直接接触,在PVD的发生中起到一定的作用,PPVP宽度主要与年龄有关。本研究的不足之处在于:本研究对象偏少,SS-OCT扫描模式为断层扫描,缺少三维立体结果,对PPVP的三维结构观察有一定局限,PPVP形态学以船形为主但存在多样性,不同形态亚组间有待进一步深入研究,以期有更新的认知,更好的为临床应用提供帮助。

参考文献

- Lutty GA, McLeod DS. Development of the hyaloid, choroidal and retinal vasculatures in the fetal human eye. *Prog Retin Eye Res* 2018;62:58-76
- Ponsioen TL, Hooymans JM, Los LI. Remodelling of the human vitreous and vitreoretinal interface—a dynamic process. *Prog Retin Eye Res* 2010;29(6):580-595
- Ikuno Y, Gomi F, Tano Y. Potent retinal arteriolar traction as a possible cause of myopic foveoschisis. *Am J Ophthalmol* 2005;139(3):462-467
- 何玉萍, 夏慧娟, 樊莹. 病理性近视黄斑裂孔的研究进展. *国际眼科杂志* 2015;15(1):65-68
- 刘华, 孙佳, 赵霞, 等. 特发性黄斑裂孔患者玻璃体术后黄斑结构和中央凹视网膜厚度变化. *国际眼科杂志* 2019;19(2):313-315
- Yamada N, Kishi S. Tomographic features and surgical outcomes of vitreomacular traction syndrome. *Am J Ophthalmol* 2005;139(1):112-117
- Bringmann A, Unterlauff JD, Barth T, et al. Different modes of full-thickness macular hole formation. *Exp Eye Res* 2021;202:108393
- Folk JC, Adelman RA, Flaxel CJ, et al. Idiopathic epiretinal membrane and vitreomacular traction preferred practice pattern (®) guidelines. *Ophthalmology* 2016;123(1):152-181
- Kishi S, Shimizu K. Posterior precortical vitreous pocket. *Arch Ophthalmol* 1990;108(7):979-982
- Fine HF, Spaide RF. Visualization of the posterior precortical vitreous pocket *in vivo* with triamcinolone. *Arch Ophthalmol* 2006;124(11):1663
- Sato T, Kishi S, Otani T, et al. Modified technique for inducing posterior vitreous detachment through the posterior precortical vitreous pocket during microincision vitreous surgery with a wide-angle viewing system. *Ophthalmologica* 2013;230(2):76-80
- Kishi S. Impact of swept source optical coherence tomography on ophthalmology. *Taiwan J Ophthalmol* 2016;6(2):58-68
- Spaide RF. Measurement of the posterior precortical vitreous pocket in fellow eyes with posterior vitreous detachment and macular holes. *Retina* 2003;23(4):481-485
- Kim YC, Harasawa M, Salcedo-Villanueva G, et al. Enhanced high-

- density line spectral-domain optical coherence tomography imaging of the vitreoretinal interface; description of selected cases. *Semin Ophthalmol* 2016;31(6):559-566
- 15 Worst JG. Cisternal systems of the fully developed vitreous body in the young adult. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1977;97(4):550-554
- 16 Li DJ, Kishi S, Itakura H, *et al.* Posterior precortical vitreous pockets and connecting channels in children on swept-source optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(4):2412-2416
- 17 Park KA, Oh SY. Posterior precortical vitreous pocket in children. *Curr Eye Res* 2015;40(10):1034-1039
- 18 Itakura H, Kishi S, Li DJ, *et al.* En face imaging of posterior precortical vitreous pockets using swept-source optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56(5):2898-2900
- 19 Shimada H, Hirose T, Yamamoto A, *et al.* Depiction of the vitreous pocket by optical coherence tomography. *Int Ophthalmol* 2011;31(1):51-53
- 20 She XJ, Ye X, Chen RR, *et al.* Characteristics of posterior precortical vitreous pockets and cloquet's canal in patients with myopia by swept-source optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019;60(14):4882-4888
- 21 李琪, 刘会彬, 李英卓, 等. 糖尿病性白内障患者血清和房水抗氧化系统的研究. *河北医药* 2014;36(13):1931-1933
- 22 Ma ZX, Liu JJ, Li J, *et al.* Klotho levels are decreased and associated with enhanced oxidative stress and inflammation in the aqueous humor in patients with exudative age-related macular degeneration. *Ocul Immunol Inflamm* 2020 [Online ahead of print]
- 23 Yokoi T, Nakayama Y, Nishina S, *et al.* Abnormal traction of the vitreous detected by swept-source optical coherence tomography is related to the maculopathy associated with optic disc pits. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2016;254(4):675-682
- 24 Syed Z, Stewart MW. Age-dependent vitreous separation from the macula in a clinic population. *Clin Ophthalmol* 2016;10:1237-1243
- 25 Liao DY, Liu JH, Zheng YP, *et al.* OCT proves that vitreomacular adhesion is significantly more likely to develop vision-threatening retinal complications than vitreomacular separation. *BMC Ophthalmol* 2020;20(1):163
- 26 Itakura H, Kishi S. Evolution of vitreomacular detachment in healthy subjects. *JAMA Ophthalmol* 2013;131(10):1348-1352
- 27 Imai M, Iijima H, Hanada N. Optical coherence tomography of tractional macular elevations in eyes with proliferative diabetic retinopathy. *Am J Ophthalmol* 2001;132(1):81-84
- 28 Kishi S, Shimizu K. Clinical manifestations of posterior precortical vitreous pocket in proliferative diabetic retinopathy. *Ophthalmology* 1993;100(2):225-229
- 29 Karimi S, Soheilian M, Nikkiah H, 等. 玻璃体腔组织纤溶酶原激活剂治疗玻璃体黄斑黏连. *国际眼科杂志* 2018;18(2):219-225
- 30 刘思源, 杨义, 王玉萍, 等. 玻璃体黄斑黏连对抗 VEGF 药物治疗视网膜分支静脉阻塞疗效的影响. *国际眼科杂志* 2020;20(7):1211-1215
- 31 李文博, 胡博杰, 李筱荣. 高度近视的组织学改变研究进展. *天津医药* 2017;45(6):657-659