

OCT 评估垂体腺瘤患者术后视网膜微结构改变及与视野缺损恢复的相关性

戴彤彤^{1,2}, 胡记燕^{1,2}, 谢盈^{1,2}, 肖可琪¹, 莫伟^{1,3}, 彭淑英^{1,4}, 庞燕华^{1,2}

引用:戴彤彤,胡记燕,谢盈,等. OCT 评估垂体腺瘤患者术后视网膜微结构改变及与视野缺损恢复的相关性. 国际眼科杂志, 2026,26(6):957-966.

作者单位:¹(524000)中国广东省湛江市,广东医科大学;
(524000)中国广东省湛江市,广东医科大学附属医院²眼科;³神经外科;⁴放射科

作者简介:戴彤彤,在读硕士研究生,研究方向:眼底病。

通讯作者:庞燕华,博士,主任医师,硕士研究生导师,眼科教研室副主任,研究方向:眼底病. 1049371818@qq.com

收稿日期:2025-11-19 修回日期:2026-04-24

摘要

目的:利用光学相干断层扫描(OCT)评估术前视交叉不同受压程度的垂体腺瘤(PA)患者行经鼻内镜下蝶窦手术后早期的视网膜微结构变化情况。

方法:前瞻性队列研究。选取2022年9月至2025年10月我院初次诊断为PA患者65例130眼,根据术前视交叉受压程度分为轻度受压组和重度受压组,两组患者均首次接受经鼻内镜蝶窦手术治疗。比较两组患者手术前后最佳矫正视力(BCVA)、视野(MD)、视网膜微结构变化。

结果:随访期间失访8例16眼,最终纳入57例114眼,其中轻度受压组30例60眼、重度受压组27例54眼。两组患者年龄、性别和病程比较均无差异($P>0.05$)。重度受压组患者PA长度、宽度、高度及鞍上高度均大于轻度受压组,视交叉厚度均小于轻度受压组(均 $P<0.05$)。术前和术后1 mo两组患者MD值比较均有差异(均 $P<0.05$)。OCT结果显示相较于术前,轻度受压组术后1 mo颞侧视盘周围神经纤维层(CP-RNFL)增厚,黄斑内环鼻侧及上方、外环鼻侧神经节细胞层(GCL),内环上方内丛状层(IPL)厚度和内环上方黄斑神经节细胞复合体(mGCC)增加;内环颞侧及下方GCL厚度,外环上方、内环鼻侧及颞侧IPL层厚度与内环颞侧及下方mGCC厚度相较变薄。而相较于术前,重度受压组黄斑各象限GCL厚度、各象限(除内环颞侧及外环鼻侧)的IPL厚度、各象限(除内环颞侧、外环颞侧及下方)的mGCC厚度均变薄。重度受压组内环鼻侧及上方、外环鼻侧GCL,内环上方及外环颞侧IPL和内环上方mGCC术后早期与术前的变化差值低于轻度受压组(均 $P<0.05$)。

结论:两组患者术后早期的视功能较术前均有不同程度改善,在视网膜微结构上视交叉受压程度更轻的患者术后早期表现出更高的恢复潜力。

关键词:垂体腺瘤;光学相干断层扫描(OCT);视野;视网膜

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.6.05

OCT assessment of postoperative retinal microstructural changes and their correlation with visual field defect recovery in patients with pituitary adenoma

Dai Tongtong^{1,2}, Hu Jiyan^{1,2}, Xie Ying^{1,2}, Xiao Keqi¹, Mo Wei^{1,3}, Peng Shuying^{1,4}, Pang Yanhua^{1,2}

¹Guangdong Medical University, Zhanjiang 524000, Guangdong Province, China; ²Department of Ophthalmology; ³Department of Neurosurgery; ⁴Department of Radiology, Affiliated Hospital of Guangdong Medical University, Zhanjiang 524000, Guangdong Province, China

Correspondence to: Pang Yanhua. Guangdong Medical University, Zhanjiang 524000, Guangdong Province, China; Department of Ophthalmology, Affiliated Hospital of Guangdong Medical University, Zhanjiang 524000, Guangdong Province, China. 1049371818@qq.com

Received:2025-11-19 Accepted:2026-04-24

Abstract

• **AIM:** To evaluate the early postoperative retinal microstructural changes using optical coherence tomography (OCT) in patients with pituitary adenomas (PA) with different degrees of preoperative optic chiasm compression following endoscopic endonasal transsphenoidal surgery.

• **METHODS:** This was a prospective cohort study. A total of 65 patients (130 eyes) initially diagnosed with PA in the hospital from September 2022 to October 2025 were enrolled. Based on the degree of preoperative optic cross-compression, the patients were divided into mild compression group and severe compression group. Both groups of patients underwent endoscopic endonasal transsphenoidal surgery for the first time. Best-corrected visual acuity (BCVA), mean deviation (MD) of visual field, and retinal microstructural changes between the two groups were compared.

• **RESULTS:** Eight patients (16 eyes) were lost to follow-up during the follow-up period, and a total of 57 patients (114 eyes) were finally included. According to the degree of chiasm compression evaluated by preoperative MRI, it was divided into 30 cases (60 eyes) in the mild compression group and 27 cases (54 eyes) in the severe compression group. There was no difference in the age, gender, and course of the two groups patients ($P>0.05$). The average length, width, height, and suprasellar

extension height of patients in the severe compression group were greater than those in the mild compression group, and the optic chiasm thickness was smaller than that of the mild compression group (all $P < 0.05$). There was a difference in the MD value of the two groups of patients before and 1 mo after surgery (all $P < 0.05$). OCT results showed that, compared with preoperative findings, the temporal circum papillary retinal nerve fiber layer (CP-RNFL) of the mild compression group was thickened in the early postoperative period, and the thickness of the nasal and superior regions of the inner macular ring, the nasal ganglion cell layer (GCL) of the outer ring, the superior inner plexiform layer (IPL) of the inner ring, and the superior macular ganglion cell complex (mGCC) of the inner ring were increased. The thickness of the temporal and inferior GCL in the inner ring, the superior IPL in the outer ring, the nasal and temporal IPL in the inner ring, as well as the temporal and inferior mGCC in the inner ring were decreased. Compared with preoperative status, the thickness of macular GCL in all quadrants, IPL in all quadrants (except the inner ring temporal and outer ring nasal regions), and mGCC in all quadrants (except the inner ring temporal, outer ring temporal and inferior regions) were reduced in the severe compression group. In terms of postoperative early changes relative to baseline, the difference values of the inner ring nasal and superior GCL, outer ring nasal GCL, inner ring superior and outer ring temporal IPL, as well as inner ring superior mGCC in the severe compression group were significantly lower than those in the mild compression group (all $P < 0.05$).

• **CONCLUSION:** Both groups presents varying degrees of improvement in visual function in the early postoperative period compared with preoperative levels. In terms of retinal microstructures, patients with milder optic chiasm compression demonstrates a greater recovery potential at the early postoperative stage.

• **KEYWORDS:** pituitary adenoma; optical coherence tomography (OCT); visual field; retina

Citation: Dai TT, Hu JY, Xie Y, et al. OCT assessment of postoperative retinal microstructural changes and their correlation with visual field defect recovery in patients with pituitary adenoma. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2026,26(6):957-966.

0 引言

垂体腺瘤 (pituitary adenoma, PA) 作为常见的颅内良性肿瘤,约占所有颅内肿瘤的 10% - 15%,常导致视交叉受压,进而引发视野缺损、视力下降等神经眼科症状,严重影响患者生活质量^[1-2]。经鼻内镜下蝶窦手术切除 PA 可解除视路压迫从而改善视功能,是目前多数 PA 患者首选的治疗方法^[3-4]。近年来,光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 能够无创、定量地评估视网膜神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL) 厚度、视网膜神经节细胞 (retinal ganglion cell, RGC) 及黄斑区神经节细胞复合体 (macular ganglion cell complex, mGCC) 状态^[5],为识别视网膜微结构术前损伤和术后变化提供了新视角^[6]。尽管已有大量研究探讨 OCT 在 PA 患者减压手术后视功

能恢复中的应用^[7-8],但依据术前视交叉不同受压程度对术后早期视网膜结构变化进行系统性分析的研究仍较为缺乏。因此,本研究旨在应用 OCT 技术,根据术前视交叉受压程度分为两个亚组 (轻度受压组和重度受压组),探索两组患者经鼻内镜下蝶窦手术前和术后早期视网膜微结构变化情况的差异。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性队列研究。纳入 2022 年 9 月至 2025 年 10 月于广东医科大学附属医院神经外科初次确诊并首次接受经鼻内镜下蝶窦手术治疗的 PA 患者 65 例 130 眼。纳入标准: (1) 经头颅磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 增强扫描确诊为垂体腺瘤,且接受鼻内镜下蝶窦手术切除,术后病理检查结果为 PA; (2) 年龄为 18-70 岁; (3) 非接触式眼压测量值 ≤ 21 mmHg (1 mmHg ≈ 0.133 kPa); (4) 球镜度数 $\leq \pm 6.00$ D, 柱镜度数 < 3.00 D; (5) OCT 图像质量满足后续定量分析要求; (6) 患者临床资料完整。排除标准: (1) 既往有颅内病变史或接受过颅内手术; (2) 既往确诊为任何类型青光眼,包括原发性开角型青光眼、正常眼压性青光眼、闭角型青光眼等; (3) 裂隙灯下眼底检查存在青光眼性视盘改变 (如杯盘比 C/D > 0.5 、盘沿切迹、视盘出血、弥漫性或局灶性视网膜神经纤维层缺损等); (4) 存在眼外伤史、青光眼、视网膜疾病、视神经病变或任何眼部手术史; (5) 患有糖尿病或其他全身性疾病,可能对视网膜或视神经功能造成影响; (6) 垂体腺瘤为复发或曾接受二次手术; (7) 临床资料不全或失访。本研究方案遵循《赫尔辛基宣言》伦理准则,并获得广东医科大学附属医院伦理委员会审查批准 (批号: KT2025-043),所有参与者均签署知情同意书。

1.2 方法 术前所有患者均接受全面的眼科基础检查并行头颅增强磁共振扫描,扫描序列包括 T1 加权像、T2 加权像及增强后影像。肿瘤大小通过测量其矢状位最大垂直径、轴位最大前后径和左右径进行量化。同时,评估肿瘤对视交叉的压迫程度,并采用五级分级法: 0 级为无接触; 1 级为接触但无形变; 2 级为接触伴形变,视交叉上池可见; 3 级为形变明显,视交叉上池消失; 4 级为接触伴形变明显,视交叉上池消失,出现脑组织形态改变^[9], 0-2 级为轻度受压, 3-4 级重度受压。术前及术后 1 mo 采用自动视野计于矫正屈光不正后,接受标准静态阈值视野检查,检查模式为中心 30-2 程序。每位患者均完成两次检查,若出现固视丢失率 $\geq 20\%$ 、假阳性错误 $\geq 15\%$ 或假阴性错误 $\geq 30\%$,则判定该次检查不可靠。以 MD 值作为评估整体视野缺损程度的指标。术前及术后 1 mo 采用 OCT 系统进行视网膜结构成像。使用系统自带 Spectralis 标测软件对视盘区以国际标准直径 3.45 mm 行环形扫描 (768 A-scans), 获取视盘周围视网膜神经纤维层 (circumpapillary retinal nerve fiber layer, CP-RNFL) 各象限 (鼻侧、上方、颞侧、下方) 及平均厚度。对黄斑区进行容积扫描 (31 线, 间隔 240 μm , 768 A-scans), 系统自带软件测量中心凹 1 mm 范围内及各象限 (内环距中心凹 1-3 mm、外环距中心凹 3-6 mm) 的神经节细胞层 (macular ganglion cell layer, GCL)、内丛状层 (macular inner plexus layer, IPL) 厚度及神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL), 将 GCL、IPL 与 RNFL 厚度之和定义为 mGCC 厚度。上述操作由两位经验丰富的眼科医师完成,严格遵循设备标准操作流程。

统计学分析: 采用 SPSS 25.0 统计学软件进行数据分

析。计量资料均先进行正态性和方差齐性检验。符合正态分布和方差齐性的计量资料以均值±标准差表示,手术前后比较采用配对样本 *t* 检验,两组间比较采用独立样本 *t* 检验。不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较使用 Mann-whitney *U* 检验。计数资料以 $n(\%)$ 表示,两组间比较采用卡方/Fisher 检验。采用 Pearson 相关性分析评估 MD 值与 CP-RNFL、mGCC、GCL 及 IPL 厚度之间的相关性,采用 Spearman 相关性分析评估 MD 值与病程时间之间的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者术前一般资料比较 随访期间有 8 例患者因以下原因未能完成术后 1 mo 的复查:术后身体状况不佳无法配合检查(3 例)、因个人原因拒绝复查(2 例)、OCT 图像质量不合格(3 例),最终完成全部随访并纳入分析患者 57 例 114 眼,根据术前 MRI 评估的视交叉受压程度分为轻度受压组 30 例 60 眼和重度受压组 27 例 54 眼。两组患者年龄、性别和病程比较差异均无统计学意义($P = 0.596, 0.761$ 和 0.148)。重度受压组患者 PA 平均长度、宽度、高度及鞍上外延高度均大于轻度受压组,视交叉厚度均小于轻度受压组,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。两组患者病理类型比较差异无统计学意义($P = 0.055$),见表 2。

2.2 两组患者手术前后 BCVA 与 MD 值比较 术前和术后 1 mo 两组患者 BCVA 比较差异均无统计学意义($P = 0.095, 0.143$),各组患者手术前后 BCVA 比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。术前和术后 1 mo 两组患者 MD 值比较差异均有统计学意义($P < 0.05$),且各组患者手术前后 MD 值比较差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 3。

2.3 两组患者手术前后视网膜结构参数比较

2.3.1 两组患者手术前后 CP-RNFL 厚度比较 术前和术

后 1 mo 两组患者上方 CP-RNFL 厚度比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),鼻侧、颞侧、下方 CP-RNFL 厚度比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。轻度受压组手术前后颞侧 CP-RNFL 厚度比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。两组间手术前后各象限 CP-RNFL 厚度变化差值比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 4。

2.3.2 两组患者手术前后 GCL 厚度比较 两组患者术前和术后 1 mo 内环鼻侧、内环上方、内环颞侧、内环下方、外环鼻侧、外环上方、外环颞侧、外环下方 GCL 厚度比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。轻度受压组手术前后内环鼻侧、内环上方、内环颞侧、内环下方、外环鼻侧 GCL 厚度比较差异有统计学意义($P < 0.05$),外环上方、外环颞侧、外环下方 GCL 厚度比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。重度受压组手术前后内环鼻侧、内环上方、内环颞侧、内环下方、外环鼻侧、外环上方、外环颞侧、外环下方 GCL 厚度比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。两组间手术前后内环鼻侧、内环上方、外环鼻侧 GCL 厚度变化差值比较差异均有统计学意义($P < 0.05$),内环颞侧、内环下方、外环上方、外环颞侧、外环下方 GCL 厚度比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 5。

2.3.3 两组患者手术前后 IPL 厚度比较 两组患者术前外环颞侧 IPL 厚度比较差异无统计学意义($P > 0.05$),术前和术后 1 mo 内环鼻侧、内环上方、内环颞侧、内环下方、外环鼻侧、外环上方、外环下方 IPL 厚度比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。轻度受压组手术前后内环下方、外环鼻侧、外环颞侧、外环下方 IPL 厚度比较差异无统计学意义($P > 0.05$),内环鼻侧、内环上方、内环颞侧、外环上方 IPL 厚度比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。重度受压组手术前后内环颞侧、外环鼻侧 IPL 厚度比较差异无统计学意义($P > 0.05$),内环鼻侧、内环上方、内环下方、外环上方、外环颞侧、外环下方 IPL 厚度比较差异有统计学意义

表 1 两组患者术前一般资料比较

分组	例数 (眼数)	男/女 (例)	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	病程 [$M(P_{25}, P_{75})$, mo]	视交叉厚度 ($\bar{x} \pm s$, mm)	鞍上高度 ($\bar{x} \pm s$, mm)	PA 长度 ($\bar{x} \pm s$, mm)	PA 宽度 ($\bar{x} \pm s$, mm)	PA 高度 ($\bar{x} \pm s$, mm)
轻度受压组	30(60)	17/13	48.73±14.21	10.50(1.00,36.00)	3.20±0.47	7.94±6.00	19.67±5.42	15.96±4.19	18.25±6.32
重度受压组	27(54)	14/13	50.07±12.57	6.00(1.00,12.00)	2.05±0.66	15.37±5.82	23.70±7.88	21.31±8.25	27.18±8.62
$\chi^2/t/Z$		0.133	-0.531	-1.448	10.754	-6.701	-3.212	-4.429	-6.354
<i>P</i>		0.716	0.596	0.148	<0.01	<0.01	0.002	<0.01	<0.01

表 2 两组患者病理类型比较

分组	眼数	非功能性 PA	促性腺激素 细胞腺瘤	促肾上腺皮质 激素分泌腺瘤	生长激素和催乳素 分泌混合性腺瘤	生长激素 分泌腺瘤	催乳素 分泌腺瘤	多激素 腺瘤
轻度受压组	60	18	4	1	4	2	1	0
重度受压组	54	23	1	2	0	0	0	1

表 3 两组患者手术前后 BCVA 与 MD 值比较

分组	眼数	BCVA(LogMAR)				MD 值(dB)			
		术前	术后 1 mo	<i>t</i>	<i>P</i>	术前	术后 1 mo	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	0.13±0.24	0.10±0.19	1.882	0.065	6.18±4.67	4.88±4.55	3.392	0.001
重度受压组	54	0.26±0.51	0.19±0.45	1.062	0.293	10.80±6.64	7.41±6.01	4.170	<0.001
<i>t</i>		-1.689	-1.475			-4.251	-2.513		
<i>P</i>		0.095	0.143			<0.001	0.014		

表4 两组患者手术前后 CP-RNFL 厚度比较

分组	眼数	鼻侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 [$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	80.45±14.77	78.77±15.88	-2.50(-7.00, 3.75)	1.309	0.196
重度受压组	54	70.67±16.95	71.59±19.81	-1.00(-7.25, 3.25)	-0.557	0.580
<i>t/Z</i>		3.293	2.143	-0.699		
<i>P</i>		0.001	0.034	0.485		
分组	眼数	上方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 [$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	135.33±20.58	133.78±23.11	-0.50(-6.75, 5.75)	0.815	0.418
重度受压组	54	128.61±18.73	125.81±20.96	-0.50(-8.25, 4.25)	1.935	0.058
<i>t/Z</i>		1.817	1.920	-0.648		
<i>P</i>		0.072	0.057	0.517		
分组	眼数	颞侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 [$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	79.38±16.95	81.87±17.16	3.00(-2.75, 5.00)	-2.385	0.020
重度受压组	54	71.02±17.33	71.06±17.85	1.00(-5.00, 5.00)	-0.024	0.981
<i>t/Z</i>		2.603	3.295	-1.358		
<i>P</i>		0.010	0.001	0.174		
分组	眼数	下方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 [$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	140.70±21.48	139.83±20.28	1.00(-4.00, 5.75)	0.690	0.493
重度受压组	54	130.52±21.20	128.87±20.88	0.00(-5.00, 3.50)	1.240	0.220
<i>t/Z</i>		2.543	2.842	-0.784		
<i>P</i>		0.012	0.005	0.433		

($P<0.05$)。两组间手术前后内环鼻侧、内环颞侧、内环下方、外环鼻侧、外环上方、外环下方 IPL 厚度变化差值比较差异均无统计学意义($P>0.05$),内环上方、外环颞侧 IPL 厚度变化差值比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表6。

2.3.4 两组患者手术前后 mGCC 厚度比较 两组患者术前外环颞侧 mGCC 厚度比较差异无统计学意义($P>0.05$),术前和术后 1 mo 内环鼻侧、内环上方、内环颞侧、内环下方、外环鼻侧、外环上方、外环下方 mGCC 厚度比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。轻度受压组手术前后内环鼻侧、外环鼻侧、外环上方、外环颞侧、外环下方 mGCC 厚度比较差异无统计学意义($P>0.05$),内环上方、内环颞侧、内环下方 mGCC 厚度比较差异有统计学意义($P<0.05$)。重度受压组手术前后内环颞侧、外环颞侧、外环下方 mGCC 厚度比较差异无统计学意义($P>0.05$),内环鼻侧、内环上方、内环下方、外环鼻侧、外环上方 mGCC 厚度比较差异有统计学意义($P<0.05$)。两组间手术前后内环鼻侧、内环颞侧、内环下方、外环鼻侧、外环上方、外环颞侧、外环下方 mGCC 厚度变化差值比较差异均无统计学意义($P>0.05$),内环上方 mGCC 厚度变化差值比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表7。

2.4 术后 1 mo MD 值与术前视网膜结构参数及病程的相关性 PA 患者术后 1 mo MD 值与术前各象限 CP-RNFL 厚度均呈负相关($P<0.05$),除与术前外环颞侧 GCL 厚度、外环上方 IPL 厚度、外环颞侧 IPL 厚度、外环颞侧 mGCC 厚度均无相关性外($P>0.05$),其余术前各象限 GCL 厚度、IPL 厚度及 mGCC 厚度均呈负相关($P<0.05$)。术后 1 mo MD 值与病程无相关性($P=0.674$),见表8。表明术前 PA

压迫时间和术后视野恢复不存在有意义的关联,视野恢复可能更多取决于其他因素。

2.5 典型病例分析 病例1:男,60岁,诊断为促性腺激素细胞腺瘤,视交叉受压呈2级。术前 BCVA 双眼 0.6;MD 右眼-12.02 dB,左眼-10.90 dB。术后 1 mo 复查,BCVA 双眼 1.0,MD 改善至右眼-6.8 dB、左眼-4.13 dB。OCT 图像分析显示不同视网膜层在术后 1 mo 出现变薄和增厚混合(图1)。病例2:女,61岁,头颅 MRI 示巨大垂体腺瘤,视交叉受压呈4级。术前 BCVA 双眼 0.6;MD 右眼-14.74 dB,左眼-18.47 dB。术后 1 mo 复查,BCVA 右眼 0.6,左眼 0.5;MD 改善至右眼-10.52 dB、左眼-16.52 dB。OCT 图像分析显示视网膜厚度仍呈弥漫性变薄(图2)。

3 讨论

PA 对视交叉的压迫可引发多重病理生理机制共同参与的视功能损伤,主要包括机械性压迫、缺血性损害、逆向性变性及顺向性变性等^[10]。当视交叉受到直接压迫会引发轴浆运输受阻和阻断轴突传导,压迫还可引发缺血性损伤^[11]。逆行性变性是指轴突损伤引发神经元胞体死亡的病理过程,通过该机制引发视网膜至视交叉的视觉通路系列改变^[12]。而顺行性变性则源于胞体损伤导致的轴突溃变^[13]。Rutland 等^[14]利用弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)技术研究发现,PA 患者不仅视交叉受压,其后的视束、外侧膝状体乃至视辐射均呈现各向异性分数显著降低,表明视觉通路完整性受损。目前研究表明,神经内镜下经鼻蝶手术可以实现对视交叉和视神经更安全、更充分的减压,这为术后视觉功能的恢复创造了结构性前提^[3]。既往临床常用的视功能评估手段难

表 5 两组患者手术前后 GCL 厚度比较

μm

分组	眼数	内环鼻侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	49.27±6.62	50.52±6.24	1.00(-1.00, 3.00)	-2.732	0.008
重度受压组	54	41.70±7.93	40.33±8.16	-1.00(-3.00, 1.25)	2.818	0.007
<i>t/Z</i>		5.546	7.426	-3.327		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.001		
分组	眼数	内环上方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	51.90±5.78	52.55±5.87	1.00(-1.00, 2.00)	-2.177	0.034
重度受压组	54	45.39±6.53	44.61±6.26	-1.00(-2.00, 1.00)	2.286	0.026
<i>t/Z</i>		5.645	6.985	-2.899		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.004		
分组	眼数	内环颞侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	46.65±5.93	44.58±6.71	-1.50(-3.00, 0.00)	3.649	0.001
重度受压组	54	42.56±6.27	40.98±6.53	-2.00(-4.00, 1.00)	2.633	0.011
<i>t/Z</i>		3.579	2.897	-0.186		
<i>P</i>		0.001	0.005	0.853		
分组	眼数	内环下方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	50.80±5.72	49.37±5.86	-2.00(-3.75, 1.00)	2.732	0.008
重度受压组	54	44.83±6.80	43.72±6.61	-1.00(-2.00, 1.00)	2.997	0.004
<i>t/Z</i>		5.086	4.832	-0.511		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.609		
分组	眼数	外环鼻侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	40.85±4.51	41.60±4.33	1.00(-1.00, 2.00)	-2.335	0.023
重度受压组	54	35.35±5.48	34.65±4.90	-1.00(-2.00, 0.00)	2.554	0.014
<i>t/Z</i>		5.873	8.039	-3.234		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.001		
分组	眼数	外环上方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	35.80±4.11	35.22±3.64	0.00(-1.00, 0.00)	1.471	0.147
重度受压组	54	33.59±3.78	32.72±4.16	-0.50(-2.00, 0.25)	2.876	0.006
<i>t/Z</i>		2.971	3.414	-0.650		
<i>P</i>		0.004	0.001	0.516		
分组	眼数	外环颞侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	36.95±4.54	36.82±4.64	0.00(-2.00, 2.00)	0.387	0.700
重度受压组	54	35.20±4.26	34.17±4.36	-1.00(-2.25, 1.00)	2.218	0.031
<i>t/Z</i>		2.111	3.132	-1.168		
<i>P</i>		0.037	0.002	0.243		
分组	眼数	外环下方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	33.82±4.06	33.62±4.30	0.00(-1.00, 1.00)	0.540	0.591
重度受压组	54	31.89±3.72	31.06±3.53	-1.00(-2.00, 0.00)	3.328	0.002
<i>t/Z</i>		2.635	3.455	-1.602		
<i>P</i>		0.010	0.001	0.109		

以实现对视网膜结构受压及减压术后的客观定量分析。本研究通过应用 OCT 成像技术,对视交叉不同受压程度 PA 患者进行分组,分析术前及术后 1 mo 视网膜微观结构的变化规律,发现术前视交叉轻度受压的 PA 患者视网膜

结构具有更高的恢复潜力。

既往研究指出,利用 OCT 技术对 PA 引起的压迫性视神经病变进行纵向观察,可以定量分析视网膜结构动态变化,评估前视路结构损伤程度,为术后视功能预后预测模

表6 两组患者手术前后 IPL 厚度比较

μm

分组	眼数	内环鼻侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值[$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	41.67±4.18	41.00±4.33	-1.00(-2.00, 1.00)	2.255	0.028
重度受压组	54	37.13±4.49	35.78±5.07	-1.00(-3.00, 0.00)	3.955	<0.001
<i>t/Z</i>		5.587	5.932	-1.134		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.257		
分组	眼数	内环上方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值[$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	41.17±3.84	42.12±4.26	1.00(0.00, 2.00)	-2.943	0.005
重度受压组	54	37.54±4.09	36.70±3.90	-1.00(-2.00, 1.00)	2.917	0.005
<i>t/Z</i>		4.890	7.044	-3.857		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001		
分组	眼数	内环颞侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值[$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	41.17±3.84	39.50±4.10	-1.00(-3.00, 1.00)	3.552	0.001
重度受压组	54	38.09±4.61	37.22±4.57	-1.00(-3.00, 1.00)	1.762	0.084
<i>t/Z</i>		3.253	2.805	-0.063		
<i>P</i>		0.002	0.006	0.950		
分组	眼数	内环下方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值[$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	40.23±3.89	39.57±3.65	-1.00(-2.00, 1.00)	1.942	0.057
重度受压组	54	36.98±4.55	36.11±4.14	-1.00(-2.00, 1.00)	2.611	0.012
<i>t/Z</i>		4.115	4.734	-0.481		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.631		
分组	眼数	外环鼻侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值[$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	31.92±3.27	31.40±3.15	0.00(-1.00, 1.00)	1.896	0.063
重度受压组	54	28.09±4.02	27.85±3.63	0.00(-1.00, 1.00)	0.988	0.328
<i>t/Z</i>		5.595	5.588	-0.029		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.977		
分组	眼数	外环上方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值[$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	29.67±2.99	28.85±2.68	-1.00(-1.75, 0.00)	2.516	0.015
重度受压组	54	27.89±2.79	27.07±2.77	0.00(-2.00, 0.00)	3.322	0.002
<i>t/Z</i>		3.274	3.475	-0.290		
<i>P</i>		0.001	0.001	0.772		
分组	眼数	外环颞侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值[$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	33.40±2.95	33.02±2.99	0.00(-1.75, 1.00)	1.791	0.078
重度受压组	54	32.70±2.73	31.46±2.79	-1.00(-2.00, 0.00)	4.150	<0.001
<i>t/Z</i>		1.304	2.859	-2.256		
<i>P</i>		0.195	0.005	0.024		
分组	眼数	外环下方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值[$M(P_{25}, P_{75})$]	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	27.98±3.25	27.80±2.90	0.00(-2.00, 1.00)	0.533	0.596
重度受压组	54	26.52±2.65	25.85±2.69	-0.50(-2.00, 0.00)	3.567	0.001
<i>t/Z</i>		2.618	3.700	-1.564		
<i>P</i>		0.010	<0.001	0.118		

型构建提供依据^[15]。本研究发现视交叉压迫解除早期, 重度受压组黄斑区 GCL、IPL、mGCC 厚度在术后呈弥散性变薄, 这与 Lee 等^[16]结果相似, 他们基于长达 1 a 随访发现 CP-RNFL、黄斑 GCL、IPL 厚度减压术后分别以每年

1.068、1.189 和 1.177 μm 的速率持续变薄, 并推测视交叉压迫导致的视网膜变性过程具有延迟或持续特征。Yu 等^[17]研究同样证实这一观点, 他们发现 GCC 和 CP-RNFL 的厚度在减压手术后 6 mo 内持续递减。而轻度受压组的

表 7 两组患者手术前后 mGCC 厚度比较

μm

分组	眼数	内环鼻侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	111.58±12.13	110.52±12.70	-2.00(-5.00, 3.00)	1.406	0.165
重度受压组	54	98.81±13.32	94.39±15.54	-2.00(-6.25, 1.00)	2.816	0.007
<i>t/Z</i>		5.359	6.091	-1.018		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.309		
分组	眼数	内环上方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	117.45±11.48	119.58±12.09	2.00(-1.00, 5.00)	-3.360	0.001
重度受压组	54	105.52±12.21	103.89±12.09	-1.00(-4.00, 0.25)	2.367	0.022
<i>t/Z</i>		5.420	5.022	-4.062		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001		
分组	眼数	内环颞侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	104.63±9.54	101.38±10.95	-2.00(-5.00, 0.00)	3.793	<0.001
重度受压组	54	97.26±10.40	95.28±10.89	-2.50(-6.00, 0.00)	1.959	0.055
<i>t/Z</i>		3.950	2.981	-0.003		
<i>P</i>		<0.001	0.004	0.998		
分组	眼数	内环下方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	115.15±11.66	112.37±11.68	-3.00(-6.00, 0.00)	2.705	0.009
重度受压组	54	104.50±13.46	102.70±12.91	-2.00(-4.00, 2.00)	2.518	0.015
<i>t/Z</i>		4.527	4.196	-1.100		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.271		
分组	眼数	外环鼻侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	118.92±12.29	118.45±12.68	-1.00(-3.00, 2.00)	0.562	0.576
重度受压组	54	104.07±14.28	102.22±14.94	-1.00(-3.00, 0.00)	2.042	0.046
<i>t/Z</i>		5.963	6.216	-0.585		
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.559		
分组	眼数	外环上方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	103.22±10.43	102.75±11.19	0.00(-2.75, 2.00)	0.401	0.690
重度受压组	54	97.30±9.94	95.74±11.34	-1.00(-4.25, 2.00)	2.201	0.032
<i>t/Z</i>		3.095	3.318	-1.199		
<i>P</i>		0.002	0.001	0.230		
分组	眼数	外环颞侧				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	89.23±7.77	89.50±9.08	-0.50(-3.00, 2.00)	-0.350	0.728
重度受压组	54	86.63±7.33	85.17±8.64	-1.50(-3.00, 1.00)	1.613	0.113
<i>t/Z</i>		1.835	2.603	-1.722		
<i>P</i>		0.069	0.010	0.085		
分组	眼数	外环下方				
		术前($\bar{x}\pm s$)	术后 1 mo($\bar{x}\pm s$)	差值 $[M(P_{25}, P_{75})]$	<i>t</i>	<i>P</i>
轻度受压组	60	99.65±11.12	99.65±11.23	0.00(-3.00, 3.00)	0.000	1.000
重度受压组	54	94.93±9.88	94.07±9.51	-0.50(-2.00, 2.00)	1.639	0.107
<i>t/Z</i>		2.387	2.844	-0.806		
<i>P</i>		0.019	0.005	0.420		

结果与 Yu 等^[17]研究存在差异,术后早期黄斑内环鼻侧及上方、外环鼻侧 GCL 厚度,内环上方 IPL 厚度及内环上方 mGCC 厚度增加,但内环颞侧及下方 GCL 厚度,外环上方、内环鼻侧及颞侧 IPL 厚度和内环下方及颞侧 mGCC 厚度较

术前变薄。Pang 等^[18]对 28 例 PA 患者的回顾性研究发现术后 GCC 厚度象限性增厚或变薄,这与我们的研究结果有一定相似。我们推测,视网膜神经节细胞术前呈三种状态:部分功能正常、部分功能障碍和部分已萎缩状态^[18],

表8 术后1 mo MD值与术前视网膜结构参数及病程的相关性

参数		MD	
		r/r _s	P
术前 CP-RNFL 厚度	鼻侧	-0.292	0.002
	上方	-0.279	0.003
	颞侧	-0.250	0.007
	下方	-0.230	0.014
术前 GCL 厚度	内环鼻侧	-0.287	0.002
	内环上方	-0.332	<0.01
	内环颞侧	-0.308	0.001
	内环下方	-0.281	0.002
	外环鼻侧	-0.285	0.002
	外环上方	-0.197	0.036
	外环颞侧	-0.115	0.225
	外环下方	-0.250	0.007
术前 IPL 厚度	内环鼻侧	-0.231	0.013
	内环上方	-0.304	0.001
	内环颞侧	-0.261	0.005
	内环下方	-0.316	0.001
	外环鼻侧	-0.269	0.004
	外环上方	-0.139	0.141
	外环颞侧	0.030	0.749
	外环下方	-0.238	0.011
术前 mGCC 厚度	内环鼻侧	-0.264	0.005
	内环上方	-0.350	<0.01
	内环颞侧	-0.304	0.001
	内环下方	-0.289	0.002
	外环鼻侧	-0.318	0.001
	外环上方	-0.285	0.002
	外环颞侧	-0.075	0.429
	外环下方	-0.323	<0.01
病程		0.040	0.674

减压术后转归主要取决于前两种细胞存量。由于轻度受压组受压较轻,多数功能完好细胞得以维持,而功能障碍细胞群体可能在术后部分恢复,此期间逆行性与顺行性变性仍进展,最终表现为不同象限 GCL、IPL 及 mGCC 层次厚度增加或减少。而重度受压组在长期且严重机械性压迫下,多数视网膜神经节细胞及轴突可能已发生不可逆凋亡,手术减压阻止损害进一步加剧,但已凋亡神经节细胞数目不改变^[17],同时视网膜变性仍延迟或持续进展,最终表现为重度受压组术后早期视网膜厚度持续变薄。本研究还发现,重度受压组术前、术后 1 mo 黄斑区内环鼻侧、上方及外环鼻侧 GCL 厚度、内环上方及外环颞侧 IPL 厚度和内环上方 mGCC 厚度变化差值均低于轻度受压组。进一步证实了术前视交叉重度压迫会导致轴突出现不可逆性损伤,这种损伤限制了手术减压后视网膜结构的恢复能力。

早期的研究表明,在视交叉受压患者的视盘区域,来自鼻侧半视网膜的交叉纤维直接自鼻侧和颞侧进入视盘,而来自颞侧半视网膜的未交叉纤维则绕过黄斑乳头束,从上、下方汇入视盘。鼻侧交叉纤维更早受累,使得视盘鼻侧和颞侧区域首先萎缩,形成“带状萎缩”眼底表现,随着

压迫程度加重并影响非交叉纤维,视盘逐渐进展为弥漫性萎缩^[19-20]。Chung 等^[21]为期 5 a 的回顾性研究报告中,发现 CP-RNFL 厚度在术后 36 mo 内进行性下降。Lee 等^[16]结果同样发现 CP-RNFL 厚度在术后变薄。这与本研究的结果存在差异,本研究在对比轻度受压组术前与术后早期 CP-RNFL 厚度变化发现,颞侧 CP-RNFL 厚度在压迫解除后早期增加。这可能是由于一旦视交叉压迫解除,鼻侧交叉纤维内的轴浆运输重新通畅,轴突内细胞器的液体积聚,引发轴突水肿和肿胀;同时还可能存在血管再通后的反应性水肿。由于轻度受压组轴突结构保存相对完好,水肿反应更为显著,最终导致其颞侧 CP-RNFL 厚度在术后早期增加。

术后视野恢复情况往往基于视神经中神经元和轴突的存活数量^[22]。本研究发现,大多数患者在经减压手术后视野得到改善,但改善程度并不一致。轻度受压组平均视野缺损由术前的 6.18±4.67 dB 改善至术后的 4.88±4.55 dB ($P = 0.001$),重度受压组 MD 值则从 10.80±6.64 dB 至 7.41±6.01 dB ($P < 0.001$)。重度受压组术前与术后早期视野均显著差于轻度受压组 ($P < 0.05$)。早期研究认为,CP-RNFL 厚度可以作为存活神经节细胞轴突数量的形态学标志,其中术前颞侧象限的 CP-RNFL 厚度对术后 MD 值恢复情况影响最显著^[23]。而 Blanch 等^[24]研究发现术前 CP-RNFL 结构恶化晚于视野缺损的出现,mGCC 厚度比 CP-RNFL 厚度对于术后早期视野预测具有更高敏感性。在此基础上,Meyer 等^[25]对 108 例患者进行为期 2 a 的追踪检测,结果表明,黄斑 GCL 参数比 CP-RNFL 对交叉压迫和长期随访的预后情况预测更准确,长期视野恢复程度的最强预测因子是黄斑内环上方 GCL 厚度。这与我们的研究结果有部分相似,我们发现黄斑内环上方 mGCC 厚度与视野 MD 值表现为相关性较强。其中一个有趣的发现是,在重度受压组中术后 MD 值较术前改善,而黄斑所有象限 GCL 厚度均较术前变薄。这与 Moon 等^[26]研究结果相似,他们发现减压术后视野的改善也可能先于 RGC 的恢复,视功能的立即恢复是由于去除生理传导阻滞和恢复信号传导,此时逆行性变仍在继续进展,当发生主动髓鞘再生时 RGC 可能会出现延迟性结构修复。然而,必须注意的是,尽管本研究报告中提示这些相关性有统计学意义,但其相关系数普遍不高,这可能是由于视功能的最终结局是一个复杂的病理生理过程,它同时受到肿瘤压迫特征、视路结构完整性以及个体神经可塑性潜力等多维度因素的共同影响。

本研究存在一定局限:(1)随访周期较短,视网膜重塑过程属于长期的生理变化,远期参数(如术后 6 mo-1 a)可能表现出不同趋势,本研究结果并不能直接等同于长期预后。(2)样本量有限且纳入功能性垂体腺瘤患者,这可能使激素分泌异常对视网膜微结构产生潜在影响。(3)近期的一项研究通过联合 DTI 技术及 OCT 探讨 PA 患者术后视路功能恢复的情况^[17],这为本研究提供潜在的研究方向;(4)本研究为单中心研究,样本代表性有限,结果推广至不同手术方式等需谨慎。进一步研究计划延长随访时间,扩大功能性 PA 亚组的样本量,结合 OCTA 和 DTI 技术分析 PA 与视网膜微循环及视觉通路之间关

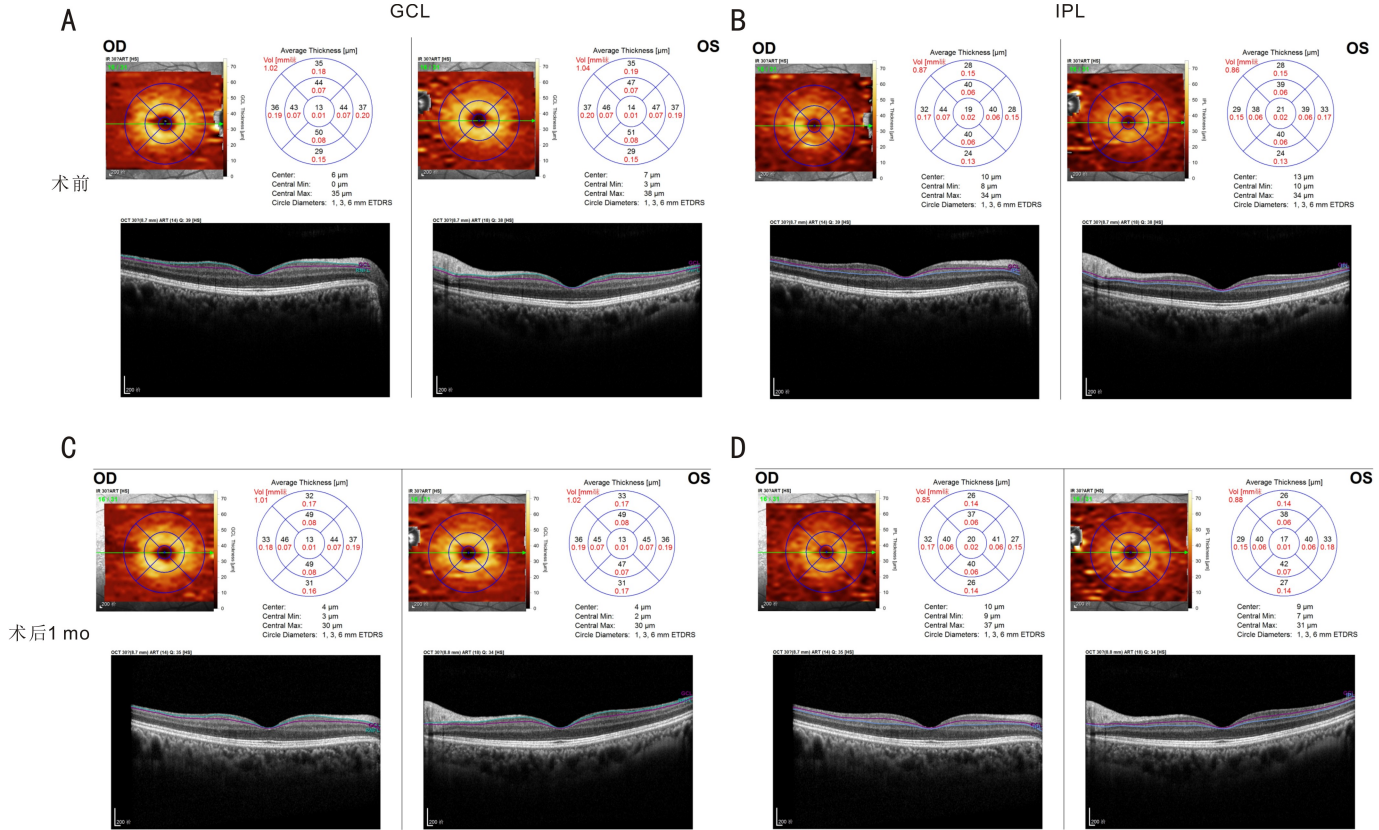


图1 病例1手术前后影像资料 A:术前OCT黄斑区GCL图像,内环上方GCL厚度44 μm ; B:术前OCT黄斑区IPL图像; C:术后1mo黄斑区GCL图像,内环上方GCL厚度增加至49 μm ; D:术后1mo OCT黄斑区IPL图像。

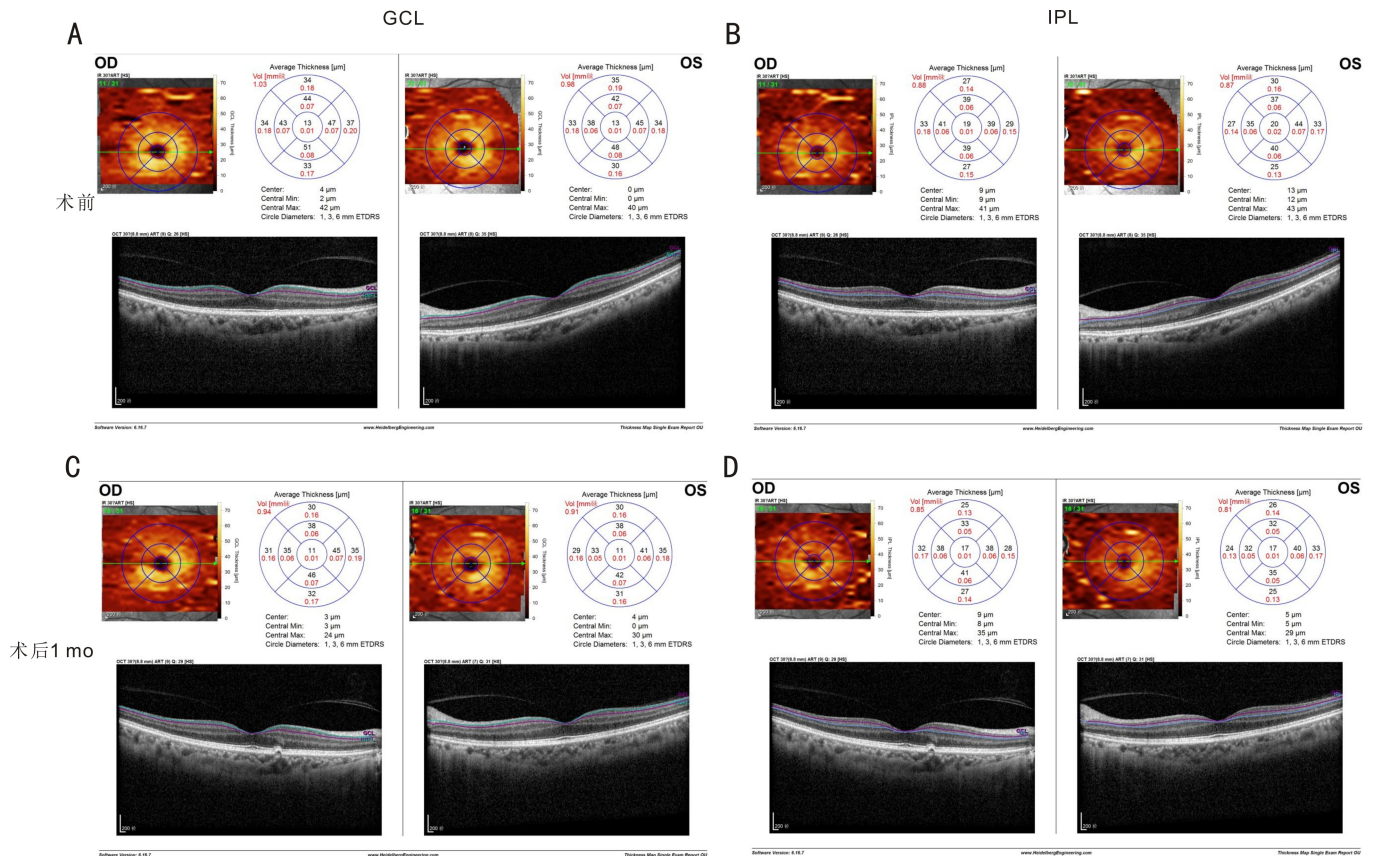


图2 病例2手术前后影像资料 A:术前OCT黄斑区GCL图像; B:术前OCT黄斑区IPL图像; C:术后1mo OCT黄斑区GCL图像, GCL层厚度弥散性变薄; D:术后1mo OCT黄斑区IPL图像。

系,使用多参数特征来构建更精准的术后视功能预测模型。

综上所述,本研究应用 OCT 技术发现垂体腺瘤患者术后早期视网膜存在动态微结构改变,并更深入地观察到这种变化与术前视交叉受压程度相关联。伴随着视交叉压迫解除,早期视网膜解剖结构恢复的潜在在受压较轻患者中表现更好,这一恢复过程显示出一定的可塑性和适应能力。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:戴彤彤论文选题与修改,初稿撰写;胡记燕协助选题,数据收集;谢盈文献检索,数据收集;肖可琪数据分析,论文修改;莫伟、彭淑英资源,数据获取;庞燕华指导选题,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] Tritos NA, Miller KK. Diagnosis and management of pituitary adenomas: a review. *JAMA*, 2023,329(16):1386.

[2] Kobalka PJ, Huntoon K, Becker AP. Neuropathology of pituitary adenomas and sellar lesions. *Neurosurgery*, 2021,88(5):900-918.

[3] Yu SY, Du Q, Yao SY, et al. Outcomes of endoscopic and microscopic transsphenoidal surgery on non-functioning pituitary adenomas: a systematic review and meta-analysis. *J Cell Mol Med*, 2018,22(3):2023-2027.

[4] Luomaranta T, Raappana A, Saarela V, et al. Factors affecting the visual outcome of pituitary adenoma patients treated with endoscopic transsphenoidal surgery. *World Neurosurg*, 2017,105:422-431.

[5] Ghita AM, Iliescu DA, Ghita AC, et al. Ganglion cell complex analysis: correlations with retinal nerve fiber layer on optical coherence tomography. *Diagnostics (Basel)*, 2023,13(2):266.

[6] Lee GI, Park KA, Lee D, et al. Predicting visual outcomes after decompression of pituitary tumours based on stratified inner-retinal layer thickness and age. *Acta Ophthalmol*, 2023,101(3):301-309.

[7] Duseikaite M, Vilkeviciute A, Dumbliauskaite I, et al. The value of optical coherence tomography in patients with pituitary adenoma and its association with clinical features: a pilot study. *J Clin Med*, 2025,14(12):4318.

[8] Mangan MS, Gelegen E, Baserer T, et al. Long term predictive ability of preoperative retinal nerve fiber layer thickness in visual prognosis after chiasmal decompression surgery. *Clin Neurol Neurosurg*, 2021,207:106734.

[9] Fujimoto N, Saeki N, Miyauchi O, et al. Criteria for early detection of temporal hemianopia in asymptomatic pituitary tumor. *Eye (Lond)*, 2002,16(6):731-738.

[10] Toumi E, Almairac F, Mondot L, et al. Benefit of optical coherence tomography-angiography in patients undergoing transsphenoidal pituitary adenoma surgery: a prospective controlled study. *Diagnostics*, 2024,14(16):1747.

[11] Wang GX, Gao J, Yu WJ, et al. Changes of peripapillary region perfusion in patients with chiasmal compression caused by sellar region

mass. *J Ophthalmol*, 2021,2021:5588077.

[12] Santorini M, Ferreira De Moura T, Barraud S, et al. Comparative evaluation of two SD-OCT macular parameters (GCC, GCL) and RNFL in chiasmal compression. *Eye Brain*, 2022,14:35-48.

[13] de Blank P, Fisher MJ, Gittleman H, et al. Validation of an automated tractography method for the optic radiations as a biomarker of visual acuity in neurofibromatosis-associated optic pathway glioma. *Exp Neurol*, 2018,299(Pt B):308-316.

[14] Rutland JW, Delman BN, Huang KH, et al. Primary visual cortical thickness in correlation with visual field defects in patients with pituitary macroadenomas: a structural 7-Tesla retinotopic analysis. *J Neurosurg*, 2020,133(5):1371-1381.

[15] Banc A, Biousse V, Newman NJ, et al. Ocular optical coherence tomography in the evaluation of sellar and parasellar masses: a review. *Neurosurgery*, 2023,92(1):42-67.

[16] Lee GI, Son KY, Park KA, et al. Longitudinal changes in the retinal microstructures of eyes with chiasmal compression. *Neurology*, 2021,96(1):e131-e140.

[17] Yu WJ, Xiao J, Wang GX, et al. Predictive visual field outcomes after optic chiasm decompressive surgery by retinal vessels parameters using optical coherence tomography angiography. *Int J Ophthalmol*, 2024,17(2):365-373.

[18] Pang YH, Zhao QW, Huang ZG, et al. Visual pathway recovery post pituitary adenoma surgery: insights from retinal structure, vascular density, and neural conduction analysis. *Ophthalmol Ther*, 2024,13(7):1993-2008.

[19] Donaldson L, Margolin E. Visual fields and optical coherence tomography (OCT) in neuro-ophthalmology: Structure-function correlation. *J Neurol Sci*, 2021,429:118064.

[20] Xie JS, Donaldson L, Margolin E. The use of optical coherence tomography in neurology: a review. *Brain*, 2022,145(12):4160-4177.

[21] Chung YS, Na M, Yoo J, et al. Optical coherent tomography predicts long-term visual outcome of pituitary adenoma surgery: new perspectives from a 5-year follow-up study. *Neurosurgery*, 2020,88(1):106-112.

[22] Tieger MG, Hedges TR 3rd, Ho J, et al. Ganglion cell complex loss in chiasmal compression by brain tumors. *J Neuroophthalmol*, 2017,37(1):7-12.

[23] Kawaguchi T, Ogawa Y, Tominaga T. Retinal nerve fiber layer thickness measurement for predicting visual outcome after transsphenoidal surgery: optic disc atrophy is not the deciding indicator. *World Neurosurg*, 2019,127:e427-e435.

[24] Blanch RJ, Micieli JA, Oyesiku NM, et al. Optical coherence tomography retinal ganglion cell complex analysis for the detection of early chiasmal compression. *Pituitary*, 2018,21(5):515-523.

[25] Meyer J, Diouf I, King J, et al. A comparison of macular ganglion cell and retinal nerve fibre layer optical coherence tomographic parameters as predictors of visual outcomes of surgery for pituitary tumours. *Pituitary*, 2022,25(4):563-572.

[26] Moon CH, Hwang SC, Ohn YH, et al. The time course of visual field recovery and changes of retinal ganglion cells after optic chiasmal decompression. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011,52(11):7966-7973.