

孔源性视网膜脱离修复术后视网膜移位的研究进展

刘 佳,师燕芸,谢国丽

引用: 刘佳,师燕芸,谢国丽. 孔源性视网膜脱离修复术后视网膜移位的研究进展.国际眼科杂志, 2026,26(9):1592-1597.

作者单位: (030002) 中国山西省太原市,山西省眼科医院日间医疗中心

作者简介: 刘佳,硕士研究生,主治医师,研究方向:眼底病。

通讯作者: 刘佳. lingmo0306@163.com

收稿日期: 2026-05-02 修回日期: 2026-07-16

摘要

过去多数玻璃体视网膜外科医生将孔源性视网膜脱离(RRD)修复术后视网膜的单次手术解剖复位成功率视为最主要的评估标准。然而,即使成功实现视网膜的解剖复位,许多患者术后仍会出现诸如视物变形、视物不等像等视功能缺陷。视网膜移位是主要影响因素之一。越来越多的证据表明,术后视功能以及和视力相关的生活质量对患者而言更为重要。文章通过检索 PubMed 和 Web of Science 数据库中 2025 年 11 月前发表的关于“视网膜移位”“孔源性视网膜脱离”的研究,系统梳理了 RRD 修复术后视网膜移位的研究进展,对视网膜移位的检测方法、发生机制、影响因素及功能预后进行了总结。

关键词: 孔源性视网膜脱离; 视网膜移位; 视物变形; 视功能

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2026.9.15

Research progress on retinal displacement following rhegmatogenous retinal detachment repair

Liu Jia, Shi Yanyun, Xie Guoli

Daytime Ambulatory Care Center, Shanxi Eye Hospital, Taiyuan 030002, Shanxi Province, China

Correspondence to: Liu Jia. Daytime Ambulatory Care Center, Shanxi Eye Hospital, Taiyuan 030002, Shanxi Province, China. lingmo0306@163.com

Received: 2026-05-02 Accepted: 2026-07-16

Abstract

• Historically, most vitreoretinal surgeons have considered the single operation anatomical reattachment rate of the retina following rhegmatogenous retinal detachment (RRD) repair as the primary outcome measure. Nevertheless, even with successful anatomical retinal reattachment, many patients still experience visual function defects such as metamorphopsia and aniseikonia.

Retinal displacement is one of the primary contributing factors. Accumulating evidence suggests that postoperative visual function and vision related quality of life are of greater clinical importance to patients. PubMed and Web of Science database were searched for studies published before November 2025 on “retinal displacement” and “rhegmatogenous retinal detachment”. This paper systematically reviews the research advances in retinal displacement after RRD repair, as well as its detection modalities, pathogenesis, risk factors, and functional prognosis.

• **KEYWORDS:** rhegmatogenous retinal detachment; retinal displacement; metamorphopsia; visual function

Citation: Liu J, Shi YY, Xie GL. Research progress on retinal displacement following rhegmatogenous retinal detachment repair. Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci), 2026,26(9):1592-1597.

0 引言

孔源性视网膜脱离(rhegmatogenous retinal detachment, RRD)是最常见的威胁视力的眼科急症之一。近年来,随着睫状体平坦部玻璃体切除术(pars plana vitrectomy, PPV)、巩膜扣带术(scleral buckling, SB)及充气视网膜复位术(pneumatic retinopexy, PnR)的技术改进,RRD 手术修复成功率已达 90%^[1-4]。然而尽管解剖复位成功,许多患者仍表明视功能恢复不尽如人意,包括出现视物变形、视物不等像等症状^[5-9]。如表 1 所示,近年来,多数研究表明视网膜移位(retinal displacement)逐渐成为影响患者视功能预后的关键因素。视网膜移位继发于 RRD 修复术后视网膜神经上皮层与视网膜色素上皮层(retinal pigment epithelium, RPE)重新附着过程中视网膜组织发生的持续性非生理性位置改变^[10]。与视网膜滑动不同,后者多发生于巨大裂孔性视网膜脱离术中因眼内压波动、器械操作以及重水应用所造成的视网膜神经上皮层尚未牢固贴附于 RPE 时出现的一过性视网膜位置改变^[11]。视网膜移位由 Shiragami 等^[12]于 2010 年首次通过眼底自发荧光(fundus autofluorescence, FAF)成像描述。此后, dell'Omo 等^[13]与 Lee 等^[14]分别提出术语“视网膜血管印迹(retinal vessel printings, RVPs)”和“RPE 血管残影”,用以描述在 FAF 上可见的与相应视网膜血管近似平行、轮廓和管径相似但与血管分离的高荧光线条。早期研究多聚焦于 RRD 手术的解剖复位成功率,对视网膜移位的关注度较低,导致其临床意义长期被忽视。本综述旨在系统梳理有关 RRD 修复术后视网膜移位的现有研究成果,明确视网膜移位的发生机制、影响因素及临床意义,为临床实践与科研探索提供参考。

表 1 RRD 修复术后视网膜移位现有研究总结

作者及发表时间	研究类型	样本量 (<i>n</i>)	检测方法	填充物	术后体位	移位率 (%)	结论
Codenotti 等 ^[15] , 2013	前瞻性研究	23	FAF	C ₃ F ₈ -14 SiO-9	保持适当的头 部体位 1 wk	52.2	PPV 联合气体填充的视网膜移位率高于硅油。术后视网膜移位的存在与基线时 RRD 累及的象限数量呈现一定趋势
Shiragami 等 ^[12] , 2010	前瞻性 干预性 病例研究	43	FAF	SF ₆	取坐位数分钟 后维持俯卧位 或其他体位	62.8	视网膜脱离范围和黄斑在位状态与视网膜移位显著相关。术后立即严格采取俯卧位,可预防视网膜移位
Guber 等 ^[16] , 2019	前瞻性 随机对照研究	50	FAF	SF ₆ -44 C ₃ F ₈ -6	翻身或平躺 6 h 转为最 终体位	34	术中使用重水可降低 RRD 修复术后视网膜移位的发生率。视网膜移位与术后视物变形显著相关
Shiragami 等 ^[17] , 2015	前瞻性研究	86	FAF	SF ₆	延迟或立即 俯卧位	44.2	RRD 的范围与术后视网膜移位显著相关。早期俯卧位有助于预防视网膜移位及由此引起的双眼复视
Casswell 等 ^[18] , 2020	前瞻性 随机研究	239	FAF	SF ₆ -110 C ₂ F ₆ -69 C ₃ F ₈ -32	俯卧位或支撑 裂孔体位 24 h 后保持支撑裂 孔体位 6 d	俯卧位 <i>vs</i> 支撑 裂孔体 位:42% <i>vs</i> 58%	俯卧位可降低 RRD 修复术后视网膜移位的发生率与幅度,并减少双眼复视的发生
Brosh 等 ^[10] , 2020	回顾性 病例系 列研究	238	FAF	PnR-114 SF ₆ -23 C ₂ F ₈ -22 C ₃ F ₈ -72 SiO-4	术后立即俯 卧位	PnR <i>vs</i> PPV:7% <i>vs</i> 44.4%	PPV 术后视网膜移位的发生率和移位程度高于 PnR
dell'Omo 等 ^[19] , 2017	前瞻性 观察性 研究	125	FAF	SF ₆ -97 SiO-28	术后立即俯 卧位 24 h	35.2	填塞物的类型(特别是气体的使用)与视网膜移位显著相关
dell'Omo 等 ^[20] , 2013	前瞻性 观察性 研究	20	FAF	SF ₆	术后立即俯 卧位 2 h	35	术后严格保持 2 h 俯卧位可有效降低视网膜移位的发生率
Chelazzi 等 ^[21] , 2021	回顾性 研究	75	FAF	C ₃ F ₈ -44 SF ₆ -15 空气-10 SiO-6	根据术毕是否 存在视网膜下 液决定术后 体位	28.2	根据手术结束时是否存在残余视网膜下液体调整体位可能有助于减少 PPV 术后视网膜移位的发生

1 视网膜移位的检测方法与量化标准

视网膜移位的精准检测与量化是其临床意义的研究基础,现有技术主要基于多模态成像,通过识别视网膜解剖结构标志物(如血管分支、黄斑无血管区等)的位置变化实现评估,不同检测方法在分辨率、准确性和临床适用性上存在显著差异。

1.1 FAF FAF 成像是目前检测视网膜移位最常用的技术。Shiragami 等^[12]首次描述了使用 FAF 成像检测视网膜移位的方法。FAF 成像通过增强脂褐素的光发射效应提供清晰的眼底图像^[22]。RPE 的自发荧光强度取决于外层视网膜的更新速率,并受到脂褐素积累与清除动态平衡的

影响。长期位于视网膜血管下的 RPE 细胞因避光作用维持暗适应状态,当视网膜血管发生移位时,这些细胞会突然暴露于激发光下,导致 FAF 信号增强^[23-24]。RVPs 表现为与视网膜血管平行的高荧光线条,代表血管术前的解剖位置,通过测量 RVPs 与现有血管的距离可实现视网膜移位幅度的量化。2013 年, Lee 等^[14]提出了一种通过 FAF 成像测量 RRD 修复后黄斑移位的方法。他们在距视盘相同直径距离处,测量 RVPs 与视网膜血管之间的距离(并根据视盘直径进行校正),但该方法未对图像中相应的血管对应点(如血管交叉点)进行匹配。dell'Omo 等^[13]在 FAF 图像上测量视网膜血管与其对应 RVPs 之间的面积,

以此量化特发性黄斑前膜患者的视网膜移位情况。该方法可从二维层面量化移位范围,但无法对移位幅度或移位角度进行可量化的线性测量。Bhambra 等^[25]提出一种基于超广角 FAF (ultra-widefield FAF, UWF-FAF) 的 3D 量化方法,利用视盘与黄斑坐标将二维 UWF-FAF 图像投影为三维立体图像。计算血管与 RVPs 对应点间的垂直、水平及对角线距离,并对 RVPs 相对于血管的矢量移位取平均值,从而实现视网膜移位的三维量化。该方法充分考虑了视网膜的球面曲率,避免了传统 2D 测量低估周边视网膜区域移位的问题,但其依赖人工选择血管分叉点等对应点,存在一定的主观误差,且对图像分辨率要求较高,在屈光介质混浊的患者中应用受限。

1.2 光学相干断层扫描血管成像 光学相干断层扫描血管成像 (optical coherence tomography angiography, OCTA) 通过检测视网膜血管血流信号,可同时评估视网膜结构与血管位置变化,为视网膜移位提供客观量化指标,尤其适用于黄斑区移位的精细评估。Melo 等^[26]发现 OCTA 中黄斑无血管区 (foveal avascular zone, FAZ) 的形态学参数 (如圆形度、轴向比) 可作为视网膜移位的间接标志物。指出黄斑区存在视网膜移位的患者 OCTA FAZ 圆形度降低,且 FAZ 的圆形度与黄斑区移位的平均幅度呈负相关,提示 FAZ 形态改变可能反映了视网膜移位导致的视网膜血管拉伸。此外,研究还发现 FAZ 圆形度与术后 12 mo 时的视物不等评分呈负相关,为视网膜移位的临床意义提供了新的证据支持。该方法的优势在于可同时分析视网膜移位与黄斑区微结构的关联,但其检测范围局限于黄斑区,难以评估周边视网膜移位,且对运动伪影敏感,需严格控制成像质量。

1.3 其他辅助检测技术 光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 技术结合单应性算法^[27]通过 RRD 发生前和修复后的红外叠加图像配准,可直接计算视网膜特征点的移位向量,显著提高视网膜移位检测的灵敏度。该技术选择脉络膜血管、视网膜色素上皮、视神经乳头 (optic nerve head, ONH) 为基准,通过计算机单应性算法将不同时间点的 OCT 红外图像进行叠加。随后通过计算机软件生成“翻转视图”,便于检查者观察图像间的对齐状态。通过对比视网膜血管的位置是否重合来判断有无视网膜移位^[28]。在一项验证性研究中,Brosh 等^[29]发现,对于图像已确认对齐的病例,OCT 单应性叠加技术对移位的检出率达到 100%,而 FAF 成像的检出率仅为 46.6%。因此,OCT 单应性技术有望成为检测视网膜移位的有效工具。但该技术通过手动标记深层结构,评估过程存在主观性,如手动标记不精确,可能导致叠加图像出现视网膜血管错误对齐的假阳性结果,且未评估重复性与再现性。此外该技术依赖高质量的术前图像,且在视网膜复位欠佳患者中配准难度较大,临床应用受限。

2 视网膜移位的发生机制

RRD 修复术后视网膜移位的机制尚未完全明确,现有研究认为其核心是视网膜在重新附着过程中受到的力学失衡与组织适应性改变共同作用的结果,不同手术方式通过影响视网膜下液 (subretinal fluid, SRF) 流动及填充物的力学效应,导致移位发生。

2.1 SRF 流动与视网膜拉伸 SRF 流动是触发视网膜移位的关键初始因素。dell'Omo 等^[19]通过前瞻性研究发现,PPV 术后残留的 SRF 在重力与眼内填充物的浮力作用下发生定向流动,推动视网膜组织拉伸,进而导致移位。该

研究结果显示填充气体组移位发生率显著高于硅油组,且 90% 的气体组向下移位,这与气体密度低于 SRF、浮力推动 SRF 向下流动的力学效应一致。Marafon 等^[11]通过病例报告进一步证实,术中使用重水辅助 SRF 引流时,SRF 会沿重水注入方向定向排出,导致视网膜在对应方向发生显著移位,提示术中医源性 SRF 流动可能直接导致视网膜拉伸。

Lee 等^[14]通过研究发现黄斑区内部分区域的移位程度大于其他区域。其原因在于视网膜发生了程度不一的拉伸。这一解释与视网膜脱离术后患者的症状相符:此类患者不仅表现为复视,还伴有视物变形与视物大小的改变。此外,在 Ugarte 等^[30]研究中,所有存在屈光异常的患者均表现为视物变小,该发现进一步说明观察到的视网膜移位现象至少有一部分是由视网膜拉伸引起的,视网膜拉伸会导致中央凹感光细胞之间的间距增大,从而导致注视目标在患眼中央凹感光细胞上的刺激范围小于对侧健眼。

2.2 填充物力学效应 填充物的物理特性 (密度、表面张力和浮力等) 通过影响视网膜受力状态,间接影响视网膜移位的发生与方向。Farahvash 等^[31]通过建立计算机模拟模型确定了 SRF 流动的动力学,并计算了视网膜的形变。在该模型中,SRF 的重新分布会引起视网膜的拉伸,拉伸的视网膜在与气泡接触区域黏附于 RPE,从而导致视网膜移位。移位的程度取决于 SRF 的厚度、填充物与视网膜的接触面积以及施加的接触压力,较小体积的气体填充可降低对视网膜的浮力,从而显著减少视网膜移位。Lee 等^[32]指出尽管 PPV 手术结束时通常比 PnR 气体注射完成时 SRF 少得多,但 PPV 导致视网膜移位的风险更高。这表明与 SRF 的量相比,PPV 中气体填充更大的接触面积和接触压力可能在视网膜移位的病理生理学中起着更重要的作用。

3 视网膜移位的影响因素

孔源性视网膜脱离修复术后视网膜移位的发生与多种因素相关,涵盖手术方式、患者基线特征、术中操作及术后体位管理,明确这些因素可为临床风险分层与手术优化提供依据。

3.1 患者基线特征

3.1.1 年龄 Guber 等^[16]和 Zhou 等^[33]观察到,由于玻璃体液化不完全,年轻患者的 RRD 往往病程较长,SRF 量少但黏稠度高,导致手术中难以将其彻底引流。因此,年轻患者术后更易出现持续性 SRF,从而导致视网膜移位发生率较高。

3.1.2 视网膜脱离范围与黄斑受累状态 RRD 的范围和位置似乎是视网膜移位的危险因素。Codonotti 等^[15]2013 的一项回顾性研究显示,视网膜移位发生率随着受累象限数的增加而显著上升,且黄斑脱离患者移位发生率高于黄斑在位组 (70% vs 38.46%)。Shiragami 团队^[12]在 2010 年的研究中证实,视网膜脱离的范围与术后视网膜移位显著相关 ($P=0.019$)。该团队 2015 年的后续试验再次表明,广泛的视网膜脱离会大幅增加移位风险^[17]。Lee 团队^[14]报道显示:接受 PPV 治疗的患者中,黄斑脱离组移位率达 72%,而黄斑在位组仅 29%。相比之下,Guber 等^[16]、Schawkat 等^[34]、dell'Omo 等^[19]以及 Cobos 等^[35]均未发现术前脱离范围与移位风险之间存在关联。Casswell 等^[18]报告称,受累象限范围、裂孔位置或数量与视网膜移位的发生无显著相关性。因此,在视网膜脱离范围对视网膜移位风险的现有研究中还没有统一意见,主要原因在于纳入

研究对脱离范围、移位结局的界定标准不统一,不同研究间临床及方法学异质性较高,同时手术方式、裂孔数量、高度近视等混杂因素校正程度不同,最终导致原始研究间结论不一致。

3.1.3 眼轴长度 Maura 等^[36]指出眼轴长度与视网膜移位的检测显著相关。该研究中接受气体填塞的 21 例患者中,眼轴长度>26 mm 者的移位发生率显著高于眼轴长度≤26 mm 者。具体而言,眼轴长度每增加 1 mm,视网膜移位发生概率的对数值增加约 1.60。由此可见,眼轴长度与视网膜移位的检出有关,但其因果关系尚不明确。

3.2 手术方式 手术方式是影响视网膜移位风险的关键因素。文献普遍显示,PPV 引发视网膜移位的风险最高,PnR 次之,巩膜扣带术风险最低^[37-38]。

3.2.1 玻璃体切割术 PPV 术后视网膜移位的发生率介于 35%–72%^[10,12,14-15,18-20,34-35,39]。Brosh 等^[10]通过回顾性研究发现 PnR 组视网膜移位发生率显著高于 PPV 组;且在黄斑区发生视网膜移位的眼中,PnR 组平均移位量显著小于 PPV 组(差异 0.160 mm;95%CI:0.057–0.263 mm; $P=0.006$)。ALIGN 研究是一项多中心、非随机对照试验,研究发现,与接受 PnR 的患者相比,接受 PPV 治疗的患者出现视网膜移位的风险更高且存在视网膜移位的患者视物不等像评分更差($P=0.017$)^[37]。Bansal 等^[38]对比单纯巩膜扣带术(scleral buckling,SB)与 PPV 联合 SB(PPV–SB)术后视网膜移位的发生率,结果显示 PPV–SB 组移位率显著高于单纯 SB 组($OR=3.2$,95%CI:1.2–8.6; $P=0.02$),提示 PPV 的眼内操作是导致移位的主要原因。

3.2.2 充气视网膜复位术 PnR 通过向玻璃体腔内注射气体,气体的浮力可将视网膜重新定位到生理位置,表面张力则能封闭视网膜裂孔,防止液化的玻璃体进入视网膜下间隙,从而为 RPE 泵吸收 SRF 创造机会^[40]。与 PPV 相比,PnR 术后视网膜移位和视物变形的发生率更低^[37]。导致这种差异的原因可能是在 PnR 中,RPE 泵对 SRF 的吸收更自然,浮力更小,视网膜拉伸程度更低,而且 PnR 使用的气泡体积较 PPV 小得多^[41]。其优势在于避免了术中引流 SRF,减少了视网膜拉伸,但对于复杂 RRD(如多发裂孔、大范围脱离),PnR 复位成功率低,临床应用受限。

3.2.3 SB SB 通过外部扣带压迫巩膜,使视网膜神经上皮层与色素上皮层贴合,无需眼内气体填充,移位风险最低。Rohowetz 等^[42]回顾性分析了 12 例行单纯 SB 治疗的 RRD 患者,仅 1 例出现了视网膜移位,且该患者合并黄斑前膜,提示并非手术操作本身导致的视网膜移位。同样,Pandya 等^[39]在其包含 5 只眼睛的小型病例系列研究中报告了 1 例 SB 术后视网膜移位的病例。2013 年,Lee 等^[14]观察到 9 只接受 SB 治疗的眼睛中无 1 眼出现视网膜移位,而接受 PPV 治疗的眼睛则有 58.8%发生移位。Bansal 等^[38]通过对 SB 组病例进一步的亚组分析发现,SB 联合外部 SRF 引流组移位率高于无引流组($OR=4.0$,95%CI:0.4–36.9, $P=0.19$),指出在实施外引流的 SB 病例中,当引流停止时,被拉伸的视网膜可能固定于原位,并与扣带处的 RPE 相黏附。尽管差异未达统计学意义,但提示应尽量避免不必要的 SRF 引流。

3.3 术中与术后因素

3.3.1 填充物类型 眼内气体填充被认为对视网膜移位的发生有显著影响。Codonotti 等^[15]比较了术中填充气体(C_3F_8)或硅油对 RRD 修复术后视网膜移位率的差异,结果显示气体组移位率显著高于硅油组($P=0.036$)。与此

一致的是,2017 年,dell’Omo 等^[19]的一项前瞻性研究发现 PPV 术后气体填充组移位率显著高于硅油组(41.2% vs 14.3%, $P=0.009$)。多因素分析显示,仅填充物类型(特别是气体)是视网膜移位的预测因素。他们将硅油与气体在视网膜移位率上的差异归因于两种填充物的物理性质不同。由于硅油具有更高的比重、更低的表面张力和远低于气体的浮力,其施加在视网膜上的力比同等体积的气体气泡低近 30 倍^[43]。因此,在特定体积下,与气体相比,硅油能形成更接近球形的气泡,与视网膜接触的表面积更小^[44]。在实验性眼模型中,Fawcett 等^[45]估计,即使玻璃体腔硅油填充量达到 80%,也只能确保 180°的眼内填充支撑范围。这使得部分脱离的视网膜可能未被完全覆盖,从而有利于 SRF 以更缓慢的速度吸收。这种缓慢的吸收过程能为脱离且被拉伸的视网膜表面提供足够时间,使其逐渐收缩并平稳复位至原本位置。相反,当使用气体作为填充物时,视网膜组织会被迅速推向视网膜色素上皮,而脱离的视网膜因下方 SRF 的拉伸已导致表面积增大,这种快速推挤会增加其无法顺利复位到原始位置的概率。

术中使用重水辅助在视网膜移位中的作用在文献中一直存在争议。多项研究显示重水的使用与视网膜移位无正相关性^[10,17,19]。然而,Guber 等^[16]发现术中使用重水能显著降低 PPV 期间黄斑移位的发生率,可能是由于残留的 SRF 较少所致。

近年来,诸如最小量气体 PPV 等新兴方法已显示出通过限制气体量引起的视网膜浮力来降低术后视网膜移位风险的潜力^[46-47]。在该技术中,在进行 PPV 的同时只注入部分气体,类似于 PnR。该技术在利用 PPV 提高可视化的同时减少了气体的填充量,让 RPE 泵自然重吸收剩余 SRF,促使光感受器更接近原来的位置,从而降低术后视网膜移位的发生率。

3.3.2 术后体位 不同术后体位对视网膜移位的影响是近年来研究和争议的焦点。部分学者认为对于 RRD,在 PPV 联合眼内填充后采取俯卧位,可降低因重力作用导致手术结束时残留的 SRF 向下移位,从而拉伸视网膜的风险^[10,15,48]。在 dell’Omo 等^[20]的一项可行性研究中,要求患者在行 PPV 后保持严格俯卧位 2 h,其中 35%患者在 FAF 检查中观察到了视网膜移位,低于既往文献报道的水平。Shiragami 等^[17]比较了术后 10 min 开始俯卧位与术后立即俯卧位的效果,结果显示延迟 10 min 组中的视网膜移位率显著高于立即俯卧位组($P=0.004$),认为术后立即开始并严格维持俯卧位,有助于减少视网膜移位。Casswell 等^[18]开展的一项前瞻性随机临床试验显示俯卧位术后移位发生率显著低于“支撑裂孔”组,且移位幅度更低。Fung 等^[49]通过 Meta 分析表明,与术后 6 mo 采用“支撑裂孔”体位相比,PPV 联合气体填充后立即采取面朝下体位可能减少术后视网膜移位、外层视网膜皱褶及双眼复视的发生。与之相反,Schawkat 等^[34]评估了“翻身滚动”姿势(定义为面向颞侧 30 min,随后面向下 30 min)与仰卧姿势持续 6 h 的效果,发现两种姿势间无显著差异。Codonotti 等^[15]研究表明,术后 24 h 内立即采取面朝下体位且不采取坐位,多数病例仍出现了移位。不同研究数据的差异可能源于纳入患者的样本量有限、视网膜脱离的范围不同以及增殖性玻璃体视网膜病变分级的差异,需进一步进行基线统一的临床对照研究。尽管目前现有数据关于术后的最佳体位尚无定论,但研究普遍认为术后采取坐位效果欠佳。

4 视网膜移位与视功能预后的关联

视网膜移位作为 RRD 术后的解剖改变,其对患者视功能的影响是临床关注的重点,现有研究主要围绕视力、视物变形与视物不等像展开,结果虽存在一定争议,但总体提示移位幅度与视功能损害程度呈正相关。

4.1 视力预后 目前视网膜移位与视力的相关性尚未完全阐明。Casswell 等^[18] 在一项前瞻性单盲随机临床试验中证实,视网膜移位幅度与最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA) 呈负相关 ($r=-0.5, P<0.001$), 且移位涉及黄斑区的患者视力恢复更差 ($P=0.02$)。Lee 等^[50] 通过多中心回顾性研究进一步证实,外界膜中断和视网膜移位是 RRD 修复术后视力的显著预测因素。指出术后视网膜移位的患者因存在视网膜拉伸的情况,可能导致视网膜的微结构改变和视力下降。Vorobichik Berar 等^[51] 的研究首次评估了黄斑中心凹垂直线上的移位幅度及其对视力的影响,结果显示视网膜移位程度更大的患者与较差的视力预后相关。相比之下, Guber 等并未发现视网膜移位对术后 BCVA 有显著影响^[16,18,21,34]。这可能是因为纳入患者移位幅度较小,未对黄斑功能造成显著影响,或视力恢复受其他因素 (如椭圆体带完整性) 的影响更大。

4.2 视物变形与视物不等像 Chelazzi 等^[21] 和 Lee 等^[14,50] 报告称,在经 PPV 修复的累及黄斑中心凹的 RRD 中,视网膜移位是决定视物变形的一个重要因素。Brosh 等^[10] 在 238 例接受 PnR 或 PPV 治疗的 RRD 患者研究中指出,视网膜移位与视物变形显著相关 ($P=0.005$)。Schawkat 等^[8] 在一项使用多模态影像诊断视物变形的研究中发现视网膜移位是导致黄斑脱离型 RRD 术后视物变形的主要原因。Pandya 等^[39] 报告了 PPV 术后患者主要表现为垂直复视,这与视网膜向下移位相符。Lee 等^[14] 发现视网膜移位与术后视物变形具有高度一致性,且约 45% 的视物变形患者同时报告存在视物不等像,表现为术眼所见物体较对侧眼更小或更窄,指出视网膜移位的存在是预测术后视物不等像的显著统计学指标^[50]。视网膜脱离修复术后出现的视网膜移位与眼内填充物的浮力及 SRF 流动导致的视网膜拉伸有关。视网膜拉伸会造成光感受器及其交错结构的崩解。此外,一组光感受器相对于视网膜其余部分的局部位移,会引起受累光感受器在视野投射上的偏移。若患者在发病前具备正常双眼视觉,这种单侧光感受器移位将导致患眼与对侧眼视皮质配对光感受元之间的视野对应关系丧失。由此产生的实际视野投射与感知投射之间的差异,可诱发视物变形症^[31]。与此同时,视网膜拉伸会引起视锥细胞间距变化,导致单位面积内光感受器的数量减少,可能使患眼产生物体看起来变小的视觉感知^[52]。

5 小结与展望

视网膜移位是 RRD 修复术后常见却常被忽视的结果。目前对于视网膜移位的发生机制尚不明确,多数专家认为其与 SRF 重新分布导致的视网膜拉伸及重力因素相关。关于其发生率和风险因素,各项研究存在显著差异。现有研究表明,视网膜移位主要受手术方式、眼内填充物的类型及大小的显著影响。不同手术方式对 SRF 的处理方式以及不同填充物的物理特性之间存在较大差异。视网膜移位对术后视力的影响尚存争议,但大多数研究表明视网膜移位术后视物变形、视物不等像等症状中起着关键作用。本综述聚焦当前 RRD 修复术后视网膜移位的研究进展,为将来临床医生更新手术操作理念、建立精细化

术后评估体系、优化个体化手术方案提供循证依据,有效推动 RRD 修复从传统解剖复位向精准化、功能化现代手术理念转型。然而,目前现阶段关于 RRD 术后视网膜移位的相关研究文献种类较为繁杂。现有研究多以回顾性临床分析为主,普遍存在分组选择偏倚、基线资料差异等问题。现阶段相关研究样本量不一,随访周期存在差异,仍存在诸多局限性。此外,目前针对视网膜移位尚无统一的量化标准,未来需进一步的研究以明确视网膜移位的测量方法,准确量化移位程度,以更深入地理解各种手术技术中视网膜移位所涉及的机制,也能更好地评估其与术后视功能之间的关联,为将来手术医生做出临床决策及改进预防策略提供参考。

利益冲突声明: 本文不存在利益冲突。

作者贡献声明: 刘佳论文选题与修改,初稿撰写,文献检索;谢国丽、师燕芸论文指导。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] Popovic MM, Muni RH, Nichani P, et al. ParsPlana vitrectomy, scleral buckle, and pneumatic retinopexy for the management of rhegmatogenous retinal detachment: a meta-analysis. *Surv Ophthalmol*, 2022,67(1):184-196.

[2] Lin JB, Narayanan R, Philippakis E, et al. Retinal detachment. *Nat Rev Dis Primers*, 2024,10(1):18.

[3] Warren A, Wang DW, Lim JJ. Rhegmatogenous retinal detachment surgery: a review. *Clin Exp Ophthalmol*, 2023,51(3):271-279.

[4] Koto T, Kawasaki R, Yamakiri K, et al. Six months primary success rate for retinal detachment between vitrectomy and scleral buckling. *Retina*, 2021,41(6):1164-1173.

[5] Chen ZG, Liu WM, Liu GQ, et al. Incidence of Metamorphopsia after successful rhegmatogenous retinal detachment surgery: a systematic review and meta-analysis. *Semin Ophthalmol*, 2024,39(1):66-73.

[6] Okamoto F, Sugiura Y, Okamoto Y, et al. Metamorphopsia and optical coherence tomography findings after rhegmatogenous retinal detachment surgery. *Am J Ophthalmol*, 2014,157(1):214-220.e1.

[7] Okuda T, Higashide T, Sugiyama K. Metamorphopsia and outer retinal morphologic changes after successful vitrectomy surgery for macula-off rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*, 2018,38(1):148-154.

[8] Schawkat M, Valmaggia C, Lang C, et al. Multimodal imaging for detecting Metamorphopsia after successful retinal detachment repair. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2020,258(1):57-61.

[9] Saleh M, Gauthier AS, Delbosc B, et al. Impact of Metamorphopsia on quality of life after successful retinal detachment surgery. *Ophthalmologica*, 2018,240(3):121-128.

[10] Brosh K, Francisconi CLM, Qian J, et al. Retinal displacement following pneumatic retinopexy vs pars Plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *JAMA Ophthalmol*, 2020,138(6):652-659.

[11] Marafon SB, Juncal VR, Muni RH. Perfluorocarbon liquid assisted drainage and tamponade associated retinal displacement: a unifying theory on the etiology of retinal folds, slippage and retinal displacement. *Am J Ophthalmol Case Rep*, 2022,25:101337.

[12] Shiragami C, Shiraga F, Yamaji H, et al. Unintentional displacement of the retina after standard vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Ophthalmology*, 2010,117(1):86-92.e1.

[13] dell'Omo R, Cifariello F, Dell'omo E, et al. Influence of retinal vessel printings on Metamorphopsia and retinal architectural abnormalities in eyes with idiopathic macular epiretinal membrane. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013,54(12):7803-7811.

[14] Lee E, Williamson TH, Hysi P, et al. Macular displacement following rhegmatogenous retinal detachment repair. *Br J Ophthalmol*,

2013,97(10):1297–1302.

[15] Codenotti M, Fogliato G, Iuliano L, et al. Influence of intraocular tamponade on unintentional retinal displacement after vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*, 2013,33(2):349–355.

[16] Guber J, Schawkat M, Lang C, et al. How to prevent retinal shift after rhegmatogenous retinal detachment repair: a prospective, randomized study. *Ophthalmol Retina*, 2019,3(5):417–421.

[17] Shiragami C, Fukuda K, Yamaji H, et al. A method to decrease the frequency of unintentional slippage after vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*, 2015,35(4):758–763.

[18] Casswell EJ, Yorston D, Lee E, et al. Effect of face – down positioning vs support – the – break positioning after macula – involving retinal detachment repair: the PostRD randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol*, 2020,138(6):634–642.

[19] dell’Omo R, Scupola A, Viggiano D, et al. Incidence and factors influencing retinal displacement in eyes treated for rhegmatogenous retinal detachment with vitrectomy and gas or silicone oil. *Investig Ophthalmol Visual Sci*, 2017,58(6):BIO191.

[20] dell’Omo R, Semeraro F, Guerra G, et al. Short – time prone posturing is well – tolerated and reduces the rate of unintentional retinal displacement in elderly patients operated on for retinal detachment. *BMC Surg*, 2013,13(Suppl 2):S55.

[21] Chelazzi P, Azzolini C, Bellina C, et al. Efficacy and safety of vitrectomy without using perfluorocarbon liquids and drainage retinotomy associated with postoperative positioning based on residual subretinal fluid for rhegmatogenous retinal detachment. *J Ophthalmol*, 2021, 2021: 5588479.

[22] Schmitz – Valckenberg S, Pfau M, Fleckenstein M, et al. Fundus autofluorescence imaging. *Prog Retin Eye Res*, 2021,81:100893.

[23] Spaide R. Autofluorescence from the outer retina and subretinal space: hypothesis and review. *Retina*, 2008,28(1):5–35.

[24] Schmitz – Valckenberg S, Holz FG, Bird AC, et al. Fundus autofluorescence imaging: review and perspectives. *Retina*, 2008, 28(3):385–409.

[25] Bhambra N, Francisconi CLM, Marafon SB, et al. A novel method of quantifying retinal displacement using ultra – widefield fundus autofluorescence imaging. *Am J Ophthalmol*, 2022,244:1–10.

[26] Melo IM, Francisconi CLM, Marafon SB, et al. Optical coherence tomography angiography morphology after rhegmatogenous retinal detachment repair: align Post Hoc Analysis. *Retina*, 2023, 43 (5): 775–783.

[27] Tung HF, Chen YL, Tung HY, et al. Foveal displacement in eyes with epiretinal membrane after vitrectomy and membrane peeling. *Retina*, 2021,41(11):2246–2252.

[28] Roditi E, Bansal A, Potter MJ, et al. Fundus autofluorescence underestimates retinal displacement. *Ophthalmol Retina*, 2023, 7 (4): 368–371.

[29] Brosh K, Roditi E, Bansal A, et al. Optical coherence tomography homography for detection of retinal displacement: a validation study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2024,262(12):3797–3804.

[30] Ugarte M, Williamson TH. Horizontal and vertical Micropsia following macula – off rhegmatogenous retinal – detachment surgical repair. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2006,244(11):1545–1548.

[31] Farahvash A, Marafon SB, Juncal VR, et al. Understanding the mechanism of retinal displacement following rhegmatogenous retinal detachment repair: a computer simulation model. *Acta Ophthalmol*, 2022,100(5):e1163–e1171.

[32] Lee WW, Ramachandran A, Hamli H, et al. Immediate subretinal fluid displacement from the buoyant force of a small gas bubble in pneumatic retinopexy: insights into the potential mechanism of retinal displacement after retinal detachment repair. *Retin Cases Brief Rep*, 2023,17(3):251–255.

[33] Zhou CD, Lin QR, Chen FG. Prevalence and predictors of Metamorphopsia after successful rhegmatogenous retinal detachment

surgery: a cross – sectional, comparative study. *Br J Ophthalmol*, 2017, 101(6):725–729.

[34] Schawkat M, Valmaggia C, Lang C, et al. Influence of postoperative posture on macular slippage after macula – off retinal detachment: a randomized controlled trial. *Ophthalmol Ther*, 2019, 8(4):519–525.

[35] Cobos E, Rubio MJ, Arias L, et al. Incidence and relation with anatomical and functional variables of postoperative macular displacement in rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*, 2016,36(5):957–961.

[36] Maura M, Gregorio LG, Claudio B, et al. Role of axial length on postsurgical retinal displacement in eyes treated for rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*, 2025,45(10):1925–1933.

[37] Francisconi CLM, Marafon SB, Figueiredo NA, et al. Retinal displacement after pneumatic retinopexy versus vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment (ALIGN). *Ophthalmology*, 2022, 129(4):458–461.

[38] Bansal A, Naidu SC, Marafon SB, et al. Retinal displacement after scleral buckle versus combined buckle and vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Ophthalmol Retina*, 2023,7(9):788–793.

[39] Pandya VB, Ho IV, Hunyor AP. Does unintentional macular translocation after retinal detachment repair influence visual outcome? *Clin Exp Ophthalmol*, 2012,40(1):88–92.

[40] Hilton GF, Das T, Majji AB, et al. Pneumatic retinopexy: principles and practice. *Indian J Ophthalmol*, 1996,44(3):131–143.

[41] Roshanshad A, Shirzadi S, Binder S, et al. Pneumatic retinopexy versus pars Plana vitrectomy for the management of retinal detachment: a systematic review and meta – analysis. *Ophthalmol Ther*, 2023, 12 (2): 705–719.

[42] Rohowetz LJ, Shaheen AR, Russell JF, et al. Evaluation of retinal displacement following primary scleral buckling for macula – involving rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*, 2022,42(8):1498–1502.

[43] Petersen J. The physical and surgical aspects of silicone oil in the vitreous cavity. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 1987,225(6):452–456.

[44] Krzystolik MG, D’Amico DJ. Complications of intraocular tamponade: silicone oil versus intraocular gas. *Int Ophthalmol Clin*, 2000,40(1):187–200.

[45] Fawcett IM, Williams RL, Wong D. Contact angles of substances used for internal tamponade in retinal detachment surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 1994,232(7):438–444.

[46] Muni RH, Felfeli T, Figueiredo N, et al. Minimal gas vitrectomy technique for reducing risk of retinal displacement following rhegmatogenous retinal detachment repair. *Retin Cases Brief Rep*, 2022, 16(6):681–684.

[47] Muni RH, Bansal A, Lee WW, et al. Minimal gas vitrectomy with scleral buckle to minimize retinal displacement in rhegmatogenous retinal detachment with inferior breaks. *Retin Cases Brief Rep*, 2023,17(3):247–250.

[48] Mason RH, Minaker SA, Marafon SB, et al. Retinal displacement following rhegmatogenous retinal detachment: a systematic review and meta – analysis. *Surv Ophthalmol*, 2022,67(4):950–964.

[49] Fung TH, Yim TW, Lois N, et al. Face – down positioning or posturing after pars Plana vitrectomy for macula – involving rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev*, 2024, 3(3):CD015514.

[50] Lee WW, Francisconi CLM, Marafon SB, et al. Imaging predictors of functional outcomes after rhegmatogenous retinal detachment repair. *Retina*, 2024,44(10):1758–1765.

[51] Vorobichik Berar O, Katz G, Fogel Levin MM, et al. Grading retinal displacement after retinal detachment repair: a prospective study linking displacement grade and visual outcome. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2025,263(10):2789–2796.

[52] Muni RH, Lee WW, Bansal A, et al. A paradigm shift in retinal detachment repair: The concept of integrity. *Prog Retin Eye Res*, 2022, 91:101079.