doi: 10.12419/2303010002
View this article at: https://dx.doi.org/10.12419/2303010002

·综述·

影响孔源性视网膜脱离手术抉择相关临床因素的研究进展

林振强，崔金利 综述，熊晓媚，蔡晨希，王强，林英 审校

（中山大学中山眼科中心，眼病防治全国重点实验室，广东省眼科视觉科学重点实验室，广州 510060）

[摘　要]　孔源性视网膜脱离(rhegmatogenous retinal detachment,RRD)是一种严重威胁视力的眼部疾病，目前治疗手段以手术为主，手术方式主要有视网膜气体填充术(pneumatic retinopexy,PR)、巩膜扣带术(scleral buckling, SB)以及经睫状体扁平部玻璃体切割术(pars plana vitrectomy,PPV)。目前对于RRD手术术式的选择仍然存在争议，因此研究及制定RRD手术方式抉择的临床策略具有重要的临床意义。而临床上制定RRD患者手术方案往往与患者的年龄、视网膜脱离时间、裂孔的类型、位置、数量、大小等等临床因素有关，该文就影响孔源性视网膜脱离手术抉择的相关临床因素进行综述。

[关键词]　孔源性视网膜脱离；临床因素；视网膜气体填充术；巩膜扣带术；经睫状体扁平部玻璃体切割术

引用本文：林振强, 崔金利, 熊晓媚, 蔡晨希, 王强, 林英. 影响孔源性视网膜脱离手术抉择相关临床因素的研究进展[J]. 眼科学报, 2023, 38(7): 504-511. doi: 10.12419/2303010002

Research progress in clinical factors affecting surgical decisions for rhegmatogenous retinal detachment

LIN Zhenqiang, CUI Jinli, XIONG Xiaomei, CAI Chenxi, WANG Qiang, LIN Ying

(State Key Laboratory of Ophthalmology, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Ophthalmology and Visual Science, Guangzhou 510060, China)

Abstract　Rhegmatogenous retinal detachment (RRD) is a serious eye disease threatening vision. Surgery is main treatment currently, and surgery approaches include pneumatic retinopexy (PR), scleral buckling (SB), and pars plana vitrectomy

收稿日期(Date of reception): 2023-03-01
通信作者(Corresponding author): 林英，Email: linying@gzzoc.com
基金项目(Foundation items)：白求恩•朗沐中青年眼科科研基金(BJ-LM2021014J)；广州市科技计划项目(SL2022A03J00452)。This work was supported by the Bethune•Lumitin Research Funding for the young and middle-aged Ophthalmologists, China (BJ-LM2021014J) and the Science and Technology Program of Guangzhou, China (SL2022A03J00452).
作者贡献声明: 构思设计: 林振强; 行政支持: 林英; 提供研究材料: 熊晓媚; 数据收集与汇总: 蔡晨希, 王强; 数据分析与解读: 林振强, 崔金利; 稿件撰写: 林振强; 稿件最终修订与同意: 林振强, 林英
Contributions: Conception and design: LIN Zhenqiang; Administrative support: LIN Ying; Provision of study materials: XIONG Xiaomei; Collection and assembly of data: CAI Chenxi, WANG Qiang; Data analysis and interpretation: LIN Zhenqiang, CUI Jinli; Manuscript writing: LIN Zhenqiang; Final approval of manuscript: LIN Zhenqiang, LIN Ying

电子全文

(PPV). There is still controversy over the selection of RRD surgery approaches, so it is great significant to study and develop clinical strategies for RRD surgery approaches. The surgical plans for RRD patients are often related to clinical factors, such as the patient's age, retinal detachment time, type, location, quantity, size, etc. This article reviews the related clinical factors affecting the surgical decision for rhegmatogenous retinal detachment.

Keywords rhegmatogenous retinal detachment; clinical factor; pneumatic retinopexy; scleral buckling; pars plana vitrectomy

Cite this article as: LIN Zhenqiang, CUI Jinli, XIONG Xiaomei, CAI Chenxi, WANG Qiang, LIN Ying. Research progress in clinical factors affecting surgical decisions for rhegmatogenous retinal detachment[J]. Eye Science, 2023, 38(7): 504-511. doi: 10.12419/2303010002

孔源性视网膜脱离(rhegmatogenous retinal detachment,RRD)是一种严重威胁视力的眼部疾病，处理不及时或处理不得当都会导致患眼术后预后不良。目前针对RRD的手术方式主要有视网膜气体填充术(pneumatic retinopexy,PR)、巩膜扣带术(scleral buckling,SB)以及经睫状体扁平部玻璃体切割术(pars plana vitrectomy,PPV)。由于RRD患者的病情严重程度不同，手术者的技术水平及操作习惯的差异，PR、PPV、SB这三类术式的自身特点，相应的视功能恢复情况、视网膜复位成功率、术后并发症也不同[1-2]。目前临床医生主要根据RRD患者个人情况，结合术者经验为患者制定手术方案，关于不同手术的适应证尚未有统一的标准。为此，本综述总结概述关于RRD手术选择相关因素的文献，为眼科医生制定RRD患者手术方式提供参考。

1 概述

1.1 RRD的定义

视网膜脱离(retinal detachment,RD)是指感觉神经性视网膜与色素上皮层脱离，根据不同的脱离原因又分为RRD、牵拉性视网膜脱离与渗出性视网膜脱离，其中RRD是最常见的RD[3]。RRD是由于视网膜全层出现破裂形成裂孔，玻璃体腔中液体通过裂孔进入感觉上皮层与色素上皮层间而造成[4]。作为常见的具有潜在致盲风险的眼科急症，RRD发病率有种族和地域差异，根据已有报道其发病率在6.3/100 000~17.9/100 000之间[5]，并且发病率呈现逐年上升趋势[6]。当发生RRD时，由于RD的原因、位置和范围不同，患者所表现的症状不一，常见的闪光感和飞蚊症是由于玻璃体后脱离(posterior vitreous detachment, PVD)而造成，而伴随RD范围不断扩大，患者视野缺损范围也将相应扩大，当RD范围累及黄斑区时，中心视力将出现严重下降[7]。

1.2 RRD的发病机制

引起RRD的主要机制是裂孔的形成、玻璃体对视网膜产生牵拉以及液体通过裂孔进入视网膜下[4]。造成裂孔的原因多样，并且不同因素引起的视网膜裂孔形态也不同：周边视网膜变性中最常见的退行性病变是格子样变性(lattice degeneration)，格子样变性往往导致圆形视网膜裂孔的形成，即萎缩孔。随着患者年龄增长，玻璃体结构发生改变，发生玻璃体凝缩后，玻璃体内可发生劈裂，后玻璃体中液化的玻璃体通过皮层孔进入玻璃体后腔后，致使玻璃体与视网膜逐渐分离形成PVD，而当PVD出现过强的牵引时，可造成视网膜撕裂孔，即马蹄孔的出现，进而形成RD。此外，近视、眼内炎症、眼外伤、白内障手术后、先天胚胎发育异常同样可引起RRD[4,7]。

1.3 RRD的手术方式

1.3.1 PR

PR的操作步骤主要是向玻璃体腔内注入一气泡，利用气泡的表面张力与浮力作用顶推脱离的视网膜与球壁相贴，在挤出视网膜下部分液体的同时，防止玻璃体腔内的液体通过裂孔再次进入视网膜下腔中，残存于视网膜下的液体可通过色素上皮层吸收，而在注气前或者注气后，需要通过冷凝或光凝方式对裂孔进行封闭[4,8-9]，常用的气体包括有过滤空气或SF_6、C_2F_6、C_3F_8等惰性气体[10-12]。

1.3.2 PPV

对于PPV，自从Machemer等[13]在20世纪70年代将闭合式的17-gauge PPV运用于RRD的治疗后，PPV术式逐渐用于巩膜环扎术不能治疗的RRD患者中，伴随着玻璃体切割头的改良发展，PPV手术由20世纪的17-guage PPV、2002年Fujii等[14]推荐的25-gauge PPV及2005年Eckardt等[15]报告的23-gauge PPV后，Oshima等[16]于2007年又介绍了目前切口最小的27-gauge

PPV。与传统的20-gauge切口相比，更小的玻璃体手术切口意味着更小的手术创伤、更轻的炎症反应、更快的恢复时间[17]。与SB相比，面对复杂的RD患者时，PPV优势显著，例如RRD合并玻璃体积血(vitreous hemorrhage,VH)、RRD合并严重的增生性玻璃体视网膜病变(proliferative vitreoretinopathy,PVR)等。进行PPV手术时，首先需在睫状体扁平部距离角巩膜缘3.5 mm或4 mm处做3个巩膜口，分别用于灌注、导光以及玻璃体切割，然后用玻璃体切割刀进行玻璃体切割吸出，从而解除玻璃体对视网膜的牵拉，同时灌注口注入无菌生理盐水以平衡眼内压力，玻璃体切割完毕后进行气液交换，此过程中，视网膜下积液将会被气体挤出，使脱离网膜重新与巩膜壁贴合，最后通过光凝将全部裂孔封闭后，向玻璃体腔内注入膨胀性气体或者硅油作填充[18]。

1.3.3 巩膜扣带术

SB主要通过对巩膜壁的压陷使视网膜色素上皮与裂孔处的视网膜接近，以封闭裂孔，缓解和消除玻璃体的牵拉。SB的步骤主要有定位裂孔位置并进行冷凝封闭裂孔，放出视网膜下积液，根据裂孔大小、形状选择合适的硅胶，将硅胶放置于略后于裂孔的位置进行填压，必要时可以联合巩膜环扎[7,18]。单一手术方式封闭裂孔不佳时，可与其他手术方式联合使用，如PR联合SB、SB联合PPV等。

2 影响因素

2.1 年龄

2017年一项来自韩国的回顾性研究[19]揭示了年龄与RRD术式选择(包括SB、PPV、SB+PPV)的关系，该项研究囊括了24 928例接受RRD手术的RD患者，研究者对其中15至89周岁患者进行单因素线性回归分析发现，当以5年为1个年龄区间时，各年龄组的RRD手术方式相对比例呈现与组平均年龄的线性关系，进行PPV手术患者的相对比例平均每10年增加7.55%(P<0.001)，以45岁为界限，45岁以下的年轻患者进行SB术式的比例高于PPV，老年患者中PPV则更为常用。研究者认为，在年轻患者中玻璃体与视网膜的连接更为紧密，这使得进行玻璃体切割时相对更为困难。此外，基于此前来自Heimann等[20]的一项研究(该项研究表明在有晶状体眼患者中进行SB能获得更好的视力恢复，而在人工晶体眼患者中，SB与PPV术后视力恢复情况相近，故推荐在人工晶体患者中进行PPV手术)，研究者认为，年轻患者中有晶状体眼患者的相对比例高于老年患者，因此年轻患者中进行SB的相对比例更高，而在老年患者中PPV更常见。最后，鉴于玻璃体切割术增加了晶状体的氧暴露和氧化应激[21-22]，从而导致白内障的形成，该研究认为对年轻患者进行玻璃体切割，将使得该人群过早接受白内障手术，这也是年轻患者中PPV相对比例更低的原因之一。

另外，为评估年龄对原发性RRD临床特征的影响，进而评估原发性RRD的手术治疗，另一项研究[23]将8 133只眼按年龄分为16~29岁、30~39岁、40~49岁、50~59岁、60~69岁、70~79岁、≥80岁亚组，统计分析比较不同年龄组别发现，近视患者在<50岁组别中更常见，而白内障和人工晶体眼患者比例则随年龄增大而增大，同时术前视力也随着年龄增加而变差，PVD发生率在<50岁组内呈线性增加，随后达到一个平台期；另外，RRD裂孔的位置也与年龄相关：50岁以后，单独上方裂孔发生的概率随年龄增长而增加，单独下方裂孔发生的概率则刚好相反；RRD中巨大裂孔的发生率随着年龄增加而降低，但是裂孔数量则随着年龄增加而增多，并在50~69岁达到最高；老年RRD患者表现出更严重的临床表现，包括中央凹受累、PVR分级达C级、更大的RD范围和并发脉络膜脱离，这些特征在60岁后均逐渐增加。换而言之，年轻RRD患者中常伴有近视、缺乏PVD、透明晶状体、下方裂孔伴下方RD，而其对侧眼发生RD概率更高，这表明造成RRD患者RD的原因可能与基因有关[24]；相反，老年RRD患者中PVD、白内障或人工晶体眼、上方裂孔伴上方RD、玻璃体积血、RD累及黄斑中心凹、PVR达C级的情况更频繁，而其中PVD发生率在50岁以后的迅速上升与RRD发生率的相互吻合则凸显出PVD是老年RRD发生RD的重要原因。

综上，在为不同年龄段患者制定手术计划时，应该充分评估RD的成因，对于年轻RRD患者，玻璃体结构尚未发生明显变化[25]，玻璃体牵拉往往并非该类患者出现RD原因，此时应充分考虑到如果进行PPV治疗RD，将因过早移出玻璃体而造成白内障的提前发生；同样，对于老年患者，其发生RRD往往是由于PVD的出现，及时解除玻璃体牵拉能最大限度地制止RD的进展，但是同样也要考虑到单纯的PPV是否能够彻底地复位RD、是否需要联合SB等。

2.2 RD时间

影响术后视力的因素众多，包括术前视力、黄斑脱离的高度、年龄、黄斑脱离的时间等[26]。相对于其他固定因素，黄斑脱离时间可以通过早期积极的手术介入而缩短，进而促进术后视力的恢复。而关于手术介入窗口时间，一项来自Bussel等[27]的关于术后视力与黄斑脱离时间关系的分析发现黄斑脱离时间在0 ~ 3 d内时进行SB后能获得比黄斑脱离时间在4~7 d进行SB更佳的术后视力；另外与>24 h修复相比，在24 h内及24 h进行RRD修复可能获得更好的术后视力。另一项来自Sothivannan等[28]的荟萃分析得到了相似的结果。上述的两项荟萃分析解决了对于RRD患者手术介入理想窗口的问题，而对于临床中基于不同RD时间进行哪一种手术方式介入并没有进行明确指出，相关结论亟待进一步研究得出。

值得注意的是，RD时间与PVR的进展密切相关，PVR作为RRD的常见并发症之一，实际上是机体对损伤的修复反应，其发生发展过程复杂，不仅涉及缺血性组织损伤，还涉及多种局部细胞的炎症和增殖以及局部因子的产生，基本生理过程为细胞增生和膜的吸收，主要分为3个阶段：第一阶段：视网膜裂孔的出现，使得视网膜色素上皮细胞能够通过裂孔迁移到玻璃体腔，同时神经胶质细胞迁移到视网膜表面；第二阶段：血-视网膜屏障损伤破坏导致血液成分渗出，如纤维蛋白、纤维连接蛋白、细胞因子、生长因子等，这些因子进一步促进细胞的移行、增生和膜的形成，而所形成的增生膜对视网膜具有牵拉作用；第三阶段：胶原和纤维结合蛋白形成，使膜具有稳定支架，形成固定瘢痕[7,29]。PVR增生膜或固定瘢痕，不仅加大了手术修复RD的难度，甚至加重RD的程度。一项囊括27 137例RRD患者的回顾性队列研究[30]分析发现，术前出现PVR可能会增加初次修复RD失败并需多次进行视网膜复位手术的风险(P<0.001)。可见，PVR的有效控制与否往往决定着RD手术是否成功，而SB能减少PVR的发生率[31]，这使得它在术前PVR不严重的RRD中具有优势。

PVR分级高低是临床医生进行手术选择时重要考量的指标。以往具备PVR分级≤C2[32]、玻璃体增生不严重、脱离视网膜活动性良好等情况的RD被称为简单RRD[33]。对于简单RRD可以施展手术复杂程度较低的单纯硅胶垫压或硅胶联合环扎。国内何静等[34]对单纯性RRD的手术方法和疗效进行统计分析，该研究共计纳入52例简单RRD，分别采用了CO_2冷凝，硅海绵(硅胶)外加压术或环扎术，球内注气术3种方式进行治疗，结果显示52例手术复位率为98%。另外一项研究统计[35]分析了82例病程小于1个月的简单RRD患者，这些患者分别了接受巩膜扣带术、激光封闭孔联合玻璃体腔消毒空气填充术或冷凝封闭裂孔联合玻璃体腔消毒空气填充术，而不论接受何种术式，其复位率均在90%以上。Li等[31]在传统SB手术基础上联合使用了25-gauge的眼内导光纤维照明，同样获得了90%复位率。Koto等[36]通过多变量Cox比例风险模型比较了简单RRD亚组中采用SB或PPV治疗的2 775例患者的手术复位率，发现进行SB或PPV的患者组的复位率分别为93.1%和91.8%。这些研究则表明，在RD时间不长、PVR分级较小的情况下，对简单的RRD进行SB或相关的改良手术，同样与主流的PPV手术一样获得较高的手术复位率，同时选择SB可降低发生PPV相关的白内障、眼内感染、眼内硅油毒性等并发症风险。

2.3 裂孔类型、大小、位置、数量

2.3.1 裂孔类型

如前所述，根据裂孔的不同成因，裂孔可以是因视网膜变性而成的圆形萎缩孔或因玻璃体皱缩牵拉而成的马蹄样裂孔。对于圆形萎缩孔引起的RD，SB可以作为首选的手术方式，这不仅因为它具有非常高的复位率(在1项包含110例继发于萎缩圆孔的RD患者的研究中[37]，99%的患者通过单一SB手术成功复位)，而且它相较于PPV这种内路手术，采用外路手术减少了并发白内障的风险。对于马蹄样裂孔，简单的马蹄样裂孔引起的RD(仅单一撕裂孔，RD范围控制在2个象限内[38])可以通过外路进行治疗，但是如果裂孔数多、裂孔带卷边或是巨大裂孔，此情况下进行内路手术更安全。值得注意的是，继发于撕裂孔引起RD的患者进行外路手术时，应尽量避免进行巩膜环扎，因为对此类患者进行巩膜环扎，可能会造成“鱼嘴”现象的发生导致裂孔封闭不足最终导致手术失败[39]。遗憾的是，目前最新的关于比较SB与PPV手术效果的大型分析[2,40]，并没有进行对于引起RD的裂孔类型的亚组分析。

2.3.2 裂孔大小

除了裂孔的类型影响手术方式选择，裂孔的大小也同样影响手术选择。小裂孔常指裂孔直径小于 1 个视盘直径的裂孔，其边缘常无翻卷，玻璃体

无明显牵引且脱离范围局限，对于这类患者选用巩膜冷凝、硅胶填压及视网膜下液引流术，多能成功封闭裂孔。较大裂孔直径常超过 2 个视盘直径，其常常伴有卷边及玻璃体牵引且脱离范围较广泛，对于这类患者选择视网膜冷凝、硅胶填压及视网膜下液引流术，配合眼内气体填充，在玻璃体增殖牵拉未进一步加重情况下，也多能成功封闭裂孔[33]。视网膜巨大裂孔 (giant retinal tear,GRT) 定义为视网膜全层裂孔范围等于或者大于 3 个钟点 (≥90°)[41]，由于发生巨大裂孔的患者罕少，文献中对于其全球发病率尚未明确，来自英国的一项针对本土 GRT 发病率的流行病学调查显示，英国 GRT 的发病率为每 10 万人中有 0.094~0.114 例[42]。目前对于巨大裂孔的治疗应选择 PPV 手术，过去巨大裂孔后瓣在 PPV 手术中常因玻璃体腔扰动而出现较大波动，从而给巨大裂孔性视网膜脱离 (giant retinal tear retinal detachment,GRTRD) 的复位带来巨大挑战[43]，而全氟碳液 (重水) 的出现很好地解决了这个问题，PPV 术中注入重水能有效稳定视网膜中央游离的视网膜，从而提高手术成功率[44]。而当谈论到 GRTRD 的具体手术方式时，研究者们仍存在较大争议。

目前，对于 GRTRD 具体手术方式的争议点主要集中在是否要联合 SB，以及眼内填压使用气体填压还是硅油填压。持 PPV 需要联合 SB 或巩膜环扎观点的研究者可能考虑到 PVR 在 GRTRD 中的作用，他们认为，GRTRD 患者术后在玻璃体基底部可出现收缩，导致新的视网膜裂孔出现或使得已经封闭的裂孔的重新打开，从而导致手术失败[45]，巩膜环扎可能会减少剩余玻璃体的牵引力[46]。针对此观点，反对者认为目前仅有有限的证据表明术后玻璃体基底收缩是现代玻璃体视网膜手术技术的问题，术前无 PVR 或 PVR 危险因素的患者没有进行 SB 或者巩膜环扎的必要[45]，相反，SB 可能会干扰 GRTRD 患者的视网膜复位[47]，如果裂孔没有得到充分的支撑，扭曲的眼球可能会导致视网膜裂孔重新开放。

对于GRTRD治疗方式的另一项争议是术中眼内填充材料的选择。针对这个问题，首先应考虑的是填充材料在眼内的维持时间、表面张力等情况，因为GRTRD手术成功的关键是使翻转的巨大裂孔后瓣恢复到正常位置后使其永久固定，而视网膜脉络膜形成粘连至少需要2周，此过程中填充材料若能提供持久且充分的外力支撑，就可以有效防止裂孔后瓣因为自身重力或本身收缩产生滑脱，从而获得手术成功。C_3F_8眼内维持时间为50 ~ 60 d，硅油眼内不吸收，且都具有一定的表面张力，是GRT较好的填充材料[33]。一项包含47只GRT眼的前瞻性研究[48]随访超过60个月，最终结果表明眼内注入硅油或者C_3F_8惰性气体，其术后解剖复位率、术后视力等方面均接近。其次，需要考虑眼内填充材料的不良反应。一项囊括88只GRT眼(其中40只眼中注入硅油，剩余48只眼中注入C_3F_8气体)的回顾性研究[49]表明，在新鲜的低级别PVR的GRTRD病例中，眼内注入硅油或者C_3F_8气体得到相似的解剖结果，两组中均仅有1例复发RD，但是眼内注入气体者获得更好的术后视力以及更低的葡萄膜炎发生率。保留硅油的眼睛可能会发生黄斑病变，而硅油的去除则与一种无法解释的视力损伤现象有关，故研究者建议在不太复杂的GRTRD病例中使用气体，以避免产生可能与硅油相关的潜在视力丧失以及二次硅油清除手术。

综上所述，C_3F_8与硅油均适用于GRTRD患者，但两者对象稍不同。C_3F_8惰性气体表面张力比硅油大，不良反应少(晶状体后囊浑浊、眼压升高)，但眼内持续时间少于硅油，适用于视网膜增殖牵拉不严重的GRTRD患者。硅油的黏度大于C_3F_8惰性气体(1 000 ~ 12 500 CS)，能够极大限制裂孔滑脱，适用于PVR级别较高,视网膜增殖牵拉严重的复杂GRTRD患者中，但也要权衡好其带来治疗效果及不良反应(白内障、青光眼、硅油对视网膜毒性、去除硅油后复发RD等)的利弊大小。

2.3.3 裂孔位置和数量

在术者制定手术计划时，裂孔的位置及数量同样是需要考虑的问题。对于SB，术前裂孔位置及数量的判断将影响到硅胶或环扎带大小选择及位置摆放，术前错误评估裂孔将导致硅胶填压不到位，从而导致手术失败[38]。SB对于裂孔的位置与数量的要求是：出现1个或者多个裂孔时，其裂孔的分布需要集中，一般不超过2个象限，存在多个裂孔位于多个象限或者是位于锯齿缘的裂孔时，普通的硅胶垫压往往不能彻底解决，需联合巩膜环扎[33]。而在PPV手术中，对于视网膜下方裂孔(inferior retinal breaks,IRBs)的具体手术方案，目前仍有争议，有学者认为下方视网膜裂孔是PPV失败的危险因素，可能是因为下方的裂孔更容易受到PVR的影响，同时目前眼内的填塞物难以对下方的裂孔进行直接的填塞，主张为了提高PPV手术的复位率需针对此类患者进行PPV联合巩膜环扎术以支撑起下方视网

膜[50]，也有学者通过研究发现IRBs并非PPV手术的危险因素[51]，增加SB手术不仅耗时、技术要求高，而且还需要承担与SB相关的所有并发症的风险。2017年的1项回顾性研究[52]比较了上方视网膜裂孔和下方视网膜裂孔仅进行PPV手术的情况下，这两组患者的预后情况，发现两者的解剖复位率分别为96.5%和93.3%，比较差异无统计学意义。而2016年的另一项随机对照研究则认为对不复杂的、具有晶状体眼IRBs患者行PPV联合SB能够获得更好的解剖及功能恢复[50]。面对以上争议，可能需要更大的多中心随机对照试验进行验证。

裂孔位置靠近后极部也不适合行外路手术。解剖上，以涡静脉为环形连线，可将眼底分为前后两个部分，连线以后为眼底后极部。当裂孔位置过于靠近后极部，行外路手术时，由于术野暴露和操作困难，冷凝时容易对黄斑区造成损伤，固定硅胶块时缝针容易穿破眼球或引起视网膜下出血，外加压位置太靠后会造成脉络膜循环障碍、眼前段缺血综合征、术后视物变形等严重并发症[53]。

2.4 术者手术操作熟练度及医院设备条件

具体手术方式同时还应结合术者的手术操作熟练度以及医院所具备的条件加以筛选手术方式。在进行外路手术中，需要对眼底进行观察以明确裂孔的位置、数量等情况，传统外路手术使用间接检眼镜观察眼底，但间接检眼镜为倒像，放大倍率小，要熟练掌握和纯熟运用必须经过长时间的训练，积累丰富的经验，故学习周期长。而近年来，显微外路手术在国内得到应用并逐渐推广，使用显微镜系统替代间接检眼镜对眼底进行观察，能够缩短外路手术的学习周期[53]。对于不能熟练掌握间接检眼镜的医师，显微外路手术不失为一种安全有效、易于掌握的手术方法，特别是对于基层医院开展RD外路手术意义重大[54]。而对于内路手术，其对设备的要求较高，基本的设备包括并不限于吊顶灯、灌注系统、眼内显微器械、眼科激光机及广角镜系统，对于设备落后的部分地方医院，内路手术往往难以展开。

综上所述，术者在制定手术计划时，需要考虑到自身的手术掌握程度及院内设备情况。

3 结语

目前对于RRD患者的治疗，PPV手术已经成为主流方向，它的出现能够很好地完成巨大裂孔以及术前严重PVR等RD患者的手术治疗，但不能否认的是SB仍然是一种简单且高效的RD修复技术，并能作为玻璃体切割术的辅助术式。国内较少有人单独使用气体填充术作为RRD治疗的方案，这使得目前争议点主要集中于进行内路和外路手术的患者选择策略，而要精确掌握两种手术的手术指征，正确制定患者的个性化治疗方案，需要我们仔细分析患者的个人情况(年龄、RD时间、术前PVR分级、裂孔的类型、位置、大小、数量等临床因素)，并结合到自身的手术操作熟练程度及手术设备条件。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

开放获取声明

本文适用于知识共享许可协议(Creative Commons)，允许第三方用户按照署名(BY)-非商业性使用(NC)-禁止演绎(ND)(CC BY-NC-ND)的方式共享，即允许第三方对本刊发表的文章进行复制、发行、展览、表演、放映、广播或通过信息网络向公众传播，但在这些过程中必须保留作者署名、仅限于非商业性目的、不得进行演绎创作。详情请访问：https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/。

参考文献

1. Shu I, Ishikawa H, Nishikawa H, et al. Scleral buckling versus vitrectomy for young Japanese patients with rhegmatogenous retinal detachment in the era of microincision surgery: real-world evidence from a multicentre study in Japan[J]. Acta Ophthalmol, 2019, 97(5): e736-e741.
2. Popovic MM, Muni RH, Nichani P, et al. Pars Plana vitrectomy, scleral buckle, and pneumatic retinopexy for the management of rhegmatogenous retinal detachment: a meta-analysis[J]. Surv Ophthalmol, 2022, 67(1): 184-196.
3. Colucciello M. Rhegmatogenous retinal detachment[J]. Phys Sportsmed, 2009, 37(2): 59-65.
4. Steel D. Retinal detachment[J]. BMJ Clin Evid, 2014, 2014: 0710.
5. Mitry D, Charteris DG, Fleck BW, et al. The epidemiology of rhegmatogenous retinal detachment: geographical variation and clinical associations[J]. Br J Ophthalmol, 2010, 94(6): 678-684.
6. Romme NB, Mark A, Solborg BS, et al. The incidence of rhegmatogenous retinal detachment is increasing[J]. Acta Ophthalmol,

2020, 98(6): 603-606.

7. 王文吉, 黎晓新, 杨培增.葡萄膜、视网膜和玻璃体病[M]//李凤鸣, 谢立信. 中华眼科学：中册. 3版. 北京：人民卫生出版社, 2014: 2015-2452.
Wang WJ, Li XX, Yang PZ. Uveal, retinal, and vitreous diseases[M]//LI Fengming, XIE Lixin Chinese Ophthalmology: Volume II. 3rd edition. Beijing: People's Health Publishing House, 2014: 2015-2452.
8. de Juan E, McCuen B, Tiedeman J. Intraocular tamponade and surface tension[J]. Surv Ophthalmol, 1985, 30(1): 47-51.
9. Hilton GF, Grizzard WS. Pneumatic retinopexy:a two-step outpatient operation without conjunctival incision[J]. Ophthalmology. 1986, 93(5): 626-641.
10. Kontos A, Tee J, Stuart A, et al. Duration of intraocular gases following vitreoretinal surgery[J]. Albrecht Von Graefes Arch Fur Klinische Und Exp Ophthalmol, 2017, 255(2): 231-236.
11. Hecht I, Mimouni M, Blumenthal EZ, et al. Sulfur hexafluoride (SF_6) versus perfluoropropane (C_3F_8) in the intraoperative management of macular holes: a systematic review and meta-analysis[J]. J Ophthalmol, 2019, 2019: 1820850.
12. Modi A, Giridhar A, Gopalakrishnan M. Sulfurhexafluoride (sf_6) versus perfluoropropane (c_3f_8) gas as tamponade in macular hole surgery[J]. Retina, 2017, 37(2): 283-290.
13. Machemer R, Parel JM, Norton EW. Vitrectomy: a pars Plana approach. Technical improvements and further results[J]. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol Am Acad Ophthalmol Otolaryngol, 1972, 76(2): 462-6.
14. Fujii GY, De Juan E Jr, Humayun MS, et al. Initial experience using the transconjunctival sutureless vitrectomy system for vitreoretinal surgery[J]. Ophthalmology, 2002, 109(10): 1814-1820.
15. Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy[J]. Retina, 2005, 25(2): 208-211.
16. Oshima Y, Awh CC, Tano Y. Self-retaining 27-gauge transconjunctival chandelier endoillumination for panoramic viewing during vitreous surgery[J]. Am J Ophthalmol, 2007, 143(1): 166-167.
17. Misra A, Ho-Yen G, Burton RL. 23-gauge sutureless vitrectomy and 20-gauge vitrectomy: a case series comparison[J]. Eye (Lond), 2009, 23(5): 1187-1191.
18. Kunikata H, Abe T, Nakazawa T. Historical, current and future approaches to surgery for rhegmatogenous retinal detachment[J]. Tohoku J Exp Med, 2019, 248(3): 159-168.
19. Park SJ, Cho SC, Choi NK, et al. Age, sex, and time-specific trends in surgical approaches for rhegmatogenous retinal detachment: a nationwide, population-based study using the national claim registry[J]. Retina, 2017, 37(12): 2326-2333.
20. Heimann H, Bartz-Schmidt KU, Bornfeld N, et al. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment: a prospective randomized multicenter clinical study[J]. Ophthalmology, 2007, 114(12): 2142-2154.
21. Barbazetto IA, Liang J, Chang S, et al. Oxygen tension in the rabbit lens and vitreous before and after vitrectomy[J]. Exp Eye Res, 2004, 78(5): 917-924.
22. Holekamp N, Shui Y, Beebe D. Vitrectomy surgery increases oxygen exposure to the lens: a possible mechanism for nuclear cataract formation[J]. Am J Ophthalmol, 2005, 139(2): 302-310.
23. Ferrara M, Al-Zubaidy M, Song A, et al. The effect of age on phenotype of primary rhegmatogenous retinal detachment[J]. Eye (Lond), 2023, 37(6): 1114-1122.
24. Boutin TS, Charteris DG, Chandra A, et al. Insights into the genetic basis of retinal detachment[J]. Hum Mol Genet, 2020, 29(4): 689-702.
25. Tram NK, Swindle-Reilly KE. Rheological properties and age-related changes of the human vitreous humor[J]. Front Bioeng Biotechnol, 2018, 6: 199.
26. Warren A, Wang DW, Lim JI. Rhegmatogenous retinal detachment surgery: a review[J]. Clin Exp Ophthalmo, 2023, 51(3): 271-279.
27. van Bussel EM, van der Valk R, Bijlsma WR, et al. Impact of duration of macula-off retinal detachment on visual outcome: a systematic review and meta-analysis of literature[J]. Retina, 2014, 34(10): 1917-1925.
28. Sothivannan A, Eshtiaghi A, Dhoot AS, et al. Impact of the time to surgery on visual outcomes for rhegmatogenous retinal detachment repair: a meta-analysis[J]. Am J Ophthalmol, 2022, 244: 19-29.
29. Garweg JG, Tappeiner C, Halberstadt M. Pathophysiology of proliferative vitreoretinopathy in retinal detachment[J]. Surv Ophthalmol, 2013, 58(4): 321-329.
30. Aziz K, Patel T, Canner JK, et al. Risk of tertiary, quaternary, and quinary proliferative vitreoretinopathy: analysis of a nationwide database (2010-2017)[J]. Ophthalmol Retina, 2023, 7(6): 489-495.
31. Li H, Zhang C, Wei J, et al. Six-year outcomes of 25-gauge chandelier illumination-assisted scleral buckling[J]. Biomed Res Int, 2021, 2021: 4628160.
32. Machemer R, Aaberg TM, Freeman HM, et al. An updated classification of retinal detachment with proliferative vitreoretinopathy[J]. Am J Ophthalmol, 1991, 112(2): 159-165.
33. 刘文, 唐仕波, 黄永盛, 等.视网膜脱离手术[M]//葛坚, 刘奕志. 眼科手术学. 3版. 北京：人民卫生出版社, 2015: 377-426.
Liu W, Tang SB, Huang YS, et al. Retinal detachment surgery[M]//Ge Jian, Liu Yizhi. Ophthalmic Surgery. 3rd edition. Beijing: People's Health Publishing House, 2015: 377-426
34. 何静. 52例单纯性孔源性视网膜脱离手术分析[J]. 四川医学,

2012, 33(8)：1374-1375.
He J. Clinical analysis of 52 cases with simple rhegmatogenous retinal detachment[J]. Sichuan Med J, 2012, 33(8)：1374-1375.

35. 姚佳佳, 顾鹏, 冉黎, 等. 最小量手术治疗单纯孔源性视网膜脱离的临床研究[J]. 局解手术学杂志, 2019, 28(5): 365-369.
Yao JJ, Gu P, Ran L, et al. Clinical study on minimal surgical treatment of simple rhegmatogenous retinal detachment [J]. J Local Surg, 2019, 28(5): 365-369.
36. Koto T, Kawasaki R, Yamakiri K, et al. Six months primary success rate for retinal detachment between vitrectomy and scleral buckling[J]. Retina, 2021, 41(6): 1164-1173.
37. Ung T, Comer MB, Ang AJ, et al. Clinical features and surgical management of retinal detachment secondary to round retinal holes[J]. Eye (Lond), 2005, 19(6): 665-669.
38. Wang A, Snead MP. Scleral buckling-a brief historical overview and current indications[J]. Albrecht Von Graefes Arch Fur Klinische Und Exp Ophthalmol, 2020, 258(3): 467-478.
39. Lincoff H. Radial buckling in the repair of retinal detachment[J]. Int Ophthalmol Clin, 1976, 16(1): 127-34.
40. Dhoot AS, Popovic MM, Nichani PAH, et al. Pars Plana vitrectomy versus scleral buckle: a comprehensive meta-analysis of 15, 947 eyes[J]. Surv Ophthalmol, 2022, 67(4): 932-949.
41. Gonzalez MA, Flynn HW Jr, Smiddy WE, et al. Surgery for retinal detachment in patients with giant retinal tear: etiologies, management strategies, and outcomes[J]. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina, 2013, 44(3): 232-237.
42. Ang GS, Townend J, Lois N. Epidemiology of giant retinal tears in the United Kingdom: the British Giant Retinal Tear Epidemiology Eye Study (BGEES)[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2010, 51(9): 4781-4787.
43. Rodriguez M, Lin J, Townsend JH, et al. Giant retinal tears: clinical features and outcomes of vitreoretinal surgery at a university teaching hospital (2011-2017)[J]. Clin Ophthalmol, 2018, 12: 2053-2058.
44. Chang S, Lincoff H, Zimmerman NJ, et al. Giant retinal tears. Surgical techniques and results using perfluorocarbon liquids[J]. Arch Ophthalmol, 1989, 107(5): 761-766.
45. Jain N, Kozak JA, Niziol LM, et al. Vitrectomy alone in the management of giant retinal tears[J]. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina, 2014, 45(5): 421-427.
46. Goezinne F, LA Heij EC, Berendschot TT, et al. Low redetachment rate due to encircling scleral buckle in giant retinal tears treated with vitrectomy and silicone oil[J]. Retina, 2008, 28(3): 485-492.
47. Hoffman ME, Sorr EM. Management of giant retinal tears without scleral buckling[J]. Retina Phila Pa, 1986, 6(4): 197-204.
48. Batman C, Cekiç O. Vitrectomy with silicone oil or long-acting gas in eyes with giant retinal tears: long-term follow-up of a randomized clinical trial[J]. Retina, 1999, 19(3):188-192.
49. Moharram HM, Abdelhalim AS, Hamid MA, et al. Comparison between silicone oil and gas in tamponading giant retinal breaks[J]. Clin Ophthalmol, 2020, 14: 127-132.
50. Chanana B, Azad R. Pars Plana vitrectomy versus combined scleral buckling—pars Plana vitrectomy for phakic rhegmatogenous retinal detachment with inferior breaks[J]. Open J Ophthalmol, 2016, 6: 129-135.
51. Wickham L, Ho-Yen GO, Bunce C, et al. Surgical failure following primary retinal detachment surgery by vitrectomy: risk factors and functional outcomes[J]. Br J Ophthalmol, 2011, 95(9): 1234-1238.
52. Stavrakas P, Tranos P, Androu A, et al. Anatomical and functional results following 23-gauge primary pars Plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: superior versus inferior breaks[J]. J Ophthalmol, 2017, 2017: 2565249.
53. 张少冲, 吕林. 外科卷[M]//刘文. 临床眼底病. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 37-250.
ZHANG Shaocong, LÜ Lin. Surgical volume [M]// LIU Wen. Diseases of clinical ocular fundus. Beijing: People's Medical Publishing House, 2014: 37-250.
54. 李恩辉, 赖筱琍, 林咸平, 等. 显微外路手术与常规外路手术治疗孔源性视网膜脱离的临床对比研究[J]. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2015, 15(1): 49-50.
Li EH, Lai XL, Lin XP, et al. Clinical comparative study of microsurgery and conventional surgery for rhegmatogenous retinal detachment[J]. Chin J Ophthalmol Otorhinolaryngol, 2015, 15(1): 49-50.

（**责任编委**：冷云霞；**责任编辑**：李扬杵）