

# 玻璃体切除术中巩膜切口闭合方法的研究进展

谢春瑶, 黄雄高

引用: 谢春瑶, 黄雄高. 玻璃体切除术中巩膜切口闭合方法的研究进展. 国际眼科杂志, 2025, 25(3): 390-394.

基金项目: 国家自然科学基金(No.82160199)

作者单位: (570100) 中国海南省海口市, 海南医科大学第一附属医院眼科

作者简介: 谢春瑶, 女, 在读硕士研究生, 住院医师, 研究方向: 眼表与眼底疾病。

通讯作者: 黄雄高, 男, 博士, 博士研究生导师, 主任医师, 研究方向: 玻璃体视网膜疾病. hxg\_eye@163.com

收稿日期: 2024-05-17 修回日期: 2025-01-16

## 摘要

玻璃体切除术是最常用的眼科手术之一, 被认为是眼科手术的一次重大革命。其作用是切割患者混浊的玻璃体或解除玻璃体视网膜的牵拉, 恢复透明的屈光间质和促进视网膜复位, 目的是通过治疗玻璃体视网膜疾病, 以提高患者的视觉功能。目前玻璃体切除术中巩膜切口闭合的常用方法为可吸收线缝合, 约1 mo左右可吸收, 易导致异物感、特发性巩膜炎、感染等并发症, 文章综述了各类玻璃体切除术中巩膜切口闭合新方法的优缺点, 通过研究下述新方法在视力、视敏度、眼压、结膜下出血以及并发症(如脉络膜积液/出血、眼内炎等)的不同, 旨在进一步证实新巩膜切口闭合方法的有效性及其安全性, 更好地应用到临床, 以便于临床医生能以最小的损伤达到最佳的手术效果。

**关键词:** 经结膜无缝线玻璃体切除术; 微切口玻璃体切开术; 漏性巩膜切开术; 无缝合线; 切口闭合

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2025.3.09

## Research progress of scleral incision closure method in vitrectomy

Xie Chunyao, Huang Xionggao

**Foundation item:** National Natural Science Foundation of China (No.82160199)

Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Hainan Medical University, Haikou 570100, Hainan Province, China

**Correspondence to:** Huang Xionggao. Department of Ophthalmology, the First Affiliated Hospital of Hainan Medical University, Haikou 570100, Hainan Province, China. hxg\_eye@163.com

Received: 2024-05-17 Accepted: 2025-01-16

## Abstract

• The vitrectomy, one of the most popular procedures in ophthalmology, is regarded as a significant advancement in the field. Its functions include restoring transparent

refractive media, encouraging retinal reattachment, cutting the patient's turbid vitreous, or removing the traction of the vitreous retina. The goal of treating vitreoretinal illnesses is to enhance the patient's visual function. Nowadays, absorbable sutures, which can be absorbed for around 1 mo, are used frequently to close scleral incisions during vitreous surgery. It can easily lead to infection, idiopathic scleritis, foreign body sensation, and other side effects. The benefits and drawbacks of several novel techniques for closing scleral incisions during vitrectomy are discussed in this research. Through an examination of the aforementioned novel techniques in visual acuity, intraocular pressure, subconjunctival hemorrhage, and complications (endophthalmitis, choroidal effusion/hemorrhage, etc.), the goal is to bolster the efficacy and safety of the recently developed scleral incision closure technique and enhance its application in clinical settings, enabling physicians to optimize surgical outcomes while minimizing collateral damage.

• **KEYWORDS:** transconjunctival sutureless vitrectomy; micro-incision vitrectomy; leaky scleral incision; seamless thread; incision closure

**Citation:** Xie CY, Huang XG. Research progress of scleral incision closure method in vitrectomy. Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci), 2025, 25(3): 390-394.

## 0 引言

经结膜无缝线玻璃体切除术(TSV)的引入标志着玻璃体视网膜手术向前迈出了重要的一步。TSV是使用自封闭的微切口巩膜切开术, 防止渗漏, 使伤口愈合更快, 减少结膜瘢痕和术后炎症<sup>[1-2]</sup>。然而, 诸如低眼压、切口渗漏、切口出血等并发症可能会使这种被广泛接受的方法蒙上阴影<sup>[3-6]</sup>。因此, 漏性巩膜切开术的缝合需求尚未完全消除<sup>[7-8]</sup>。缝合是术后漏性巩膜切开术最常规的治疗方法<sup>[9]</sup>。但缝合线因局部缝合线结增生, 加重了术后炎症反应, 增加了患者的不适感<sup>[10]</sup>。因此, 需要研究作为闭合巩膜切口的替代方法并评估其有效性与安全性, 以下将从三个方面介绍新巩膜切口闭合方法的优缺点。

### 1 通过改变巩膜外创面形态

**1.1 纤维蛋白胶** 纤维蛋白胶是一种可吸收的血液衍生物, 是一种模仿凝血级联最后阶段的生物组织黏合剂, 它产生的凝块可密封伤口, 所产生的纤维蛋白凝块在应用后2 wk逐渐转变为肉芽组织, 是一种理想的止血剂、黏合剂、封堵剂, 已广泛应用于多种形式的外科手术<sup>[11]</sup>。在1988年, Zauberman等<sup>[12]</sup>就报道了将组织黏合剂应用于视网膜脱离手术后巩膜伤口闭合。Batman等<sup>[13]</sup>认为在经结膜无缝线玻璃体视网膜手术后伤口持续渗漏的情况下, 应

用纤维蛋白胶比缝合效果更好。Lopezcarasa-Hernandez等<sup>[11]</sup>通过研究发现纤维蛋白胶缩短了手术时间,是一种良好的密封胶,具有安全性好,过敏、毒性反应和炎症反应小,出血少,易吸收等优点。Mansour等<sup>[14]</sup>报道了玻璃体切除术后使用纤维蛋白胶与未使用的对照组相比,纤维蛋白胶组术后早期玻璃体出血(VH)复发率较低。在相关文献中,作者报告了纤维蛋白胶在巩膜伤口愈合方面的效果明显优于缝合。然而,Panda等<sup>[15]</sup>表明了其使用的主要缺点献血者有传播疾病的风险,同时这也是昂贵的,自体捐赠需要至少24 h的处理,所得产品通常具有可变的浓度,从而导致不可预测的性能。Dal Pizzol等<sup>[16]</sup>也报道了生物胶的使用可能导致一些传染病的传播,因为它是由人或牛纤维蛋白制成的。所以这一系列的研究表明,纤维蛋白胶是玻璃体视网膜手术中组织融合的可行选择。然而,要全面评价纤维蛋白胶在术后的作用还需要前瞻性研究,因此,需要进一步和更大规模的研究。随机试验将有助于充分对比纤维蛋白胶与传统手术技术的不同。

**1.2 黏弹性物质** 黏弹性物质(viscoelastic substances, VS)是一种透明的大分子胶体剂,具有一定的黏附性、无菌性、无毒性及非抗原性<sup>[17-18]</sup>。具有良好的生物相容性,具有维持前房深度、保护角膜内皮细胞、防止术中出血、分离黏连等功能<sup>[19-23]</sup>。Li等<sup>[10]</sup>报道了对23号玻璃体切除术后使用黏弹性物质技术封堵漏性巩膜的回溯性研究,随着黏弹性物质技术的引入和手术实践的结合,需要缝合的眼睛数量从4.9%下降到3.3%,术后1-2 d的低眼压发生率为0,明显优于对照组,同时也明显低于小口径玻璃体切除术的低眼压发生率(3.8%-6.5%)<sup>[24-25]</sup>。然而,高度近视眼睛的眼轴过长,眼球壁薄弱,先前损伤导致眼球密封不良可能是黏弹性物质技术失败的原因<sup>[10]</sup>。目前,它被广泛应用于许多眼科显微手术,这种伤口闭合的机制可能是堵塞了巩膜切开部位,从而防止眼内气体流失,维持眼压。黏弹性物质大大缩短手术时间,减少结膜损伤,减轻术后炎症,提高患者舒适度。上述结果表明,黏弹性材料技术是一种有效、简便、安全的微创玻璃体切割渗漏巩膜无缝线封闭方法。

**1.3 巩膜内水合治疗** 巩膜内水合治疗是指在巩膜切开处附近的巩膜间质内注射平衡盐溶液(BSS)。Rizzo等<sup>[26]</sup>报道了一项随机对照研究。90例患者共90眼被纳入研究,需要缝合的巩膜闭合眼数为3.3%。研究中采用经巩膜方式,平行于巩膜并毗邻巩膜切开的巩膜切口插入30号针和2.5 mL注射器,一旦进入巩膜间质,少量BSS注射,直到巩膜切开漏气的征象停止。随访期间未发现脉络膜脱离、玻璃体出血、眼内炎等并发症。另外,Abouammoh等<sup>[27]</sup>的一项回顾性病例分析也表明经结膜无缝线玻璃体切除术联合巩膜水合术具有安全性和并发症发生率低的优点,患者最终视力效果提高。然而,Benitez-Herreros等<sup>[28]</sup>研究称水合作用的切口由于液体积聚会导致结膜水泡的发展,考虑到结膜水泡可能会引起异物感,并且寻找替代缝合线的目的之一是避免缝合线存在带来的不适感,水合切口降低了缝合线的很多优势。此外,结膜泡的存在会使检查巩膜渗漏的过程变得困难。上述各项研究的局限是病例数量较少,因为需要考虑到术前病理和最终使用的内膜填塞的多样性。基质水化的主要优点是其简单和可重复性,手术时间更快,并且减少了缝合线或额外手术材料(如组织胶或巩膜微玻璃体视网膜刀片)的成本。但

仍需要一个更大的随机对照研究和更长的随访期来证实巩膜内水合治疗的结果。

## 2 通过重建巩膜切口的巩膜内结构

**2.1 巩膜针刺术** 巩膜针刺(scleral needling, SN)是一种新颖、安全、简单的替代缝合技术,可有效地固定微切口玻璃体切除术中渗漏的巩膜。是指使用30号针垂直插入靠近巩膜开口的全层巩膜,然后立即拔出针并确认巩膜切口闭合的一种新技术<sup>[29]</sup>。Felfeli等<sup>[30]</sup>报道了一项回顾性比较研究,研究中共纳入203眼,其中SN前105眼,SN后98眼。需要缝合的眼睛数量从SN前的39%显著降低到SN后的2%( $P < 0.001$ )。推测SN的可能机制为将玻璃体吸引到巩膜伤口的内侧,从而形成一个小塞,最终关闭内部开口。另一种可能的机制是,SN可能在巩膜中形成一个单独的开口,将血流从主伤口吸到新开口,最终减少血流。同时还表明了,在引入该技术前后的4 mo时间内,SN将巩膜缝合伤口的需要从39%减少到2%。SN技术是一种有效、简单、安全的微创玻璃体视网膜手术系统(MIVS)无缝线缝合方法。SN技术的主要优点之一是简单。该技术具有缩短手术时间和降低缝合费用的潜力,可以很容易地应用于目前的实践。但是本研究有一些局限性,例如回顾性研究设计样本量较小,同时本研究也没有记录所有可能的术后并发症。

**2.2 楔形巩膜切开术** 楔形巩膜切开术在2003年已被用于20号PPV,与原来技术不同的是采用了25号和23号的巩膜切开术,用套管针刀片代替巩膜微玻璃体视网膜刀片形成楔形<sup>[9,31-38]</sup>。楔形巩膜切开术是指套管针以30度角切向巩膜插入,其尖端远离外科医生,然后垂直于巩膜,手术结束时,从巩膜中取出套管,套管针的尖端沿相反方向插入第一个切口附近。进入巩膜后,将套管针的刀片指向第一个切口的方向,用镊子的尖端轻轻按摩楔形的顶部,以促进闭合。2003年,Theelen等<sup>[31]</sup>提出楔形巩膜切开术来解决无缝线20口径巩膜切开术的问题,结果令人鼓舞。Caporossi等<sup>[39]</sup>通过一项随机对照研究,在手术结束时记录楔形巩膜切开术所需的眼数和楔形巩膜切开术后需要缝合的眼数。收集术后第1、15、30 d的眼压(IOP)及术后并发症,如低眼压、脉络膜脱离、玻璃体出血、眼内炎。结果表明了楔形巩膜切开术简单、快速、有效,不需要额外的手术材料,后期随访期间未见脉络膜脱离、玻璃体出血、眼内炎等并发症,可应用于微切口玻璃体切除术。上述研究的局限性同样在于样本量相对较小,特别是考虑到术前病理的多样性以及最终使用的内压填塞物和测量仪的多样性,需要更大规模的随机对照研究来证实这一系列结果。

**2.3 无穿孔巩膜内穿刺术** 无穿孔巩膜内穿刺术(nonperforating intrascleral stabbing, NIS)是使用弯曲的23G微玻璃体视网膜(MVR)刀片从符合人体工程学的近端或远端经结膜插入巩膜,距离渗漏的巩膜切开处约2 mm,然后将刀片移至巩膜内,形成一个无穿孔的巩膜内切口,该切口以一半的厚度穿过巩膜,当MVR刀片通过渗漏巩膜切开术下方时,巩膜内穿刺向前推进约2 mm,最终形成约4 mm长的巩膜内切口,在移除MVR刀片之前,将MVR刀片保持在巩膜通路内,用巩膜减压器轻轻按摩巩膜切开术的外部创面。NIS手术的成功被定为使用上述技术完成无缝线关闭巩膜切开<sup>[30]</sup>。巩膜内胶原纤维的结构可能在NIS技术的机制中起着重要作用,巩膜的胶原

纤维是相互交织的,相互交织的体系结构被报道为比非相互交织的体系结构“更弱”“更顺从”<sup>[40-41]</sup>。Yalcinbayir等<sup>[42]</sup>报道了一项回顾性研究,无穿孔巩膜内穿刺术治疗了98.8%的23G巩膜渗漏,它与其他技术的主要区别在于,在手术结束时巩膜不会再穿孔,穿透性刺入是在半层巩膜内进行的,而不是在全层巩膜内穿孔。有助于减少手术性眼内出血、硅胶内堵塞的可能性。Rastogi等<sup>[43]</sup>报道了类似的研究,通过在巩膜瓣下,创建约3 mm长的巩膜隧道,与巩膜边缘平行,与计划的巩膜切开术部位相邻,方向相反。在巩膜瓣下距巩膜缘1-1.5 mm处行2例直切巩膜术。并从颞下缘处3 mm处插入输注套管(23G)。玻璃体切除探头(23G)从其中一个巩膜切割部位插入,晶状体切除术后进行彻底的玻璃体切除。此方法有利于人工晶状体的植入,并避免缝合等相关并发症的出现。同时,NIS技术的不同之处在于它不会在手术伤口内留下缝合线。此外,它也有缺点,对一些术前和围手术期因素敏感,在巩膜或结膜有一定程度瘢痕的病例中应用有限。结膜出血和结膜下出血等并发症也可能发生。以上研究的主要局限性是回顾性设计。此外,相对较小的样本量和较短的随访时间也是缺点之一。但不可否认,NIS手术是一种实用、可重复、经济、简单的方法,可显著减少缝合23G巩膜切开术的需要。该技术的进一步改进可以通过使用先进的成像技术和侧重于方法的研究来实现。

**2.4 无缝线双平面闭合技术** 无缝线双平面闭合技术是指如果在取出套管针后发现伤口渗漏,我们使用相同的套管针(或微玻璃体视网膜)刀片在与主切口相同的方向上进行相邻的经巩膜进入,以接触其内部皮瓣。同时,我们使用钝面光滑器械从外部按摩巩膜伤口,使其密封。Barak等<sup>[44]</sup>的一项临床病理研究表明,体外热疗是封闭巩膜切开术的有效方法,但会导致巩膜外融化。Labauri等<sup>[45]</sup>通过随机对照试验证实无缝线双平面闭合技术不会引起任何局部巩膜炎症或融化。无缝线双平面闭合提供了一种新颖、有效、快速、无缝线的方法来封闭MIVS后的渗漏伤口。结果显示1 231例(99.3%)患者首次成功封闭漏切口;在9例(0.7%)的20号切口中,我们在第二次尝试时关闭了伤口,并在手术结束时没有观察到低眼压。术后第1 d平均眼压16(8-51) mmHg。在玻璃体微创手术中,双面封闭技术可作为一种有效、快速、无缝线的封闭方法。它是安全、创伤小、成本效益高、易于执行的典型手术设置。

**2.5 20号微玻璃体视网膜刀片** 如果在最初的缝合措施后巩膜切开术继续渗漏,则使用20号MVR刀片进行伤口重塑。最初,使用20号MVR刀片通过与现有伤口相同的轨迹来扩大23G巩膜切开术(“切口内”)。使用外压和棉头涂抹器按摩,并评估渗漏情况。如果巩膜切开术无法闭合,则使用20号MVR刀片在23G巩膜切开术口对面做一个“反切口”,形成巩膜楔,在23G巩膜切开术切口上施加外部压力和按摩<sup>[46]</sup>。在手术操作过程中,巩膜切开术可能变得扭曲和裂开,巩膜楔的产生增加了组织的活动性,并通过楔的移位来桥接缺损。Chan等<sup>[46]</sup>研究表明使用20号MVR基于刀片的重塑技术,能够在98.7%眼睛中实现整体无缝线的伤口闭合。20号MVR刀片的切口内和反切口技术可显著提高23G经结膜巩膜切开术的无缝线闭合率。这些措施操作简单,在大多数情况下可以避免缝合巩膜切开术的必要性,特别是在巩膜切开术初期往往

难以用按摩、玻璃体修剪等方法密封的情况下(如以前做过玻璃体切开术的眼睛或上巩膜切开术)。

### 3 其他闭合方法

**3.1 新型可释放不可吸收的8.0聚丙烯缝合线** Savastano等<sup>[47]</sup>报道了一项随机对照研究,该研究的主要结果是检测结膜充血程度和眼表症状在玻璃体切除术中可释放不可吸收的8.0聚丙烯缝合线组与标准聚乳酸910吸附缝合线组之间的差异。次要结果是评估术后低眼压率和手术时间。本研究的目的是引入一种新的可释放缝合技术,使用不可吸收的聚丙烯8.0来治疗漏性巩膜切开术,同时实现充分的伤口密封和避免可吸收的聚乳酸910相关的眼表炎症。聚丙烯8.0可释放缝线与标准聚乳酸910缝线相比,可释放的8.0聚丙烯缝合线可在术后1 d移除,可以有效地缝合23号PPV伤口,同时减少眼表炎症和患者不适。经证实,普通肠缝合线和组织胶在减少术后炎症和疼痛的同时达到同样的效果。然而,与聚丙烯相比,这两种材料都是更昂贵和更不常见的缝合材料<sup>[48-50]</sup>。此外,杜亚茹等<sup>[51]</sup>运用8.0聚丙烯缝合线双联结缝合固定人工晶状体悬吊术,临床观察发现早期可提高患者视力,且诸如前房积血、低眼压、脉络膜脱离等并发症较少。

**3.2 富血小板血浆和全血制成的凝块塞** Babu等<sup>[52]</sup>将富血小板血浆(PRP)与内限制膜瓣倒置治疗黄斑裂孔进行了比较,发现两种方法不仅安全性和有效性相当,而且接受PRP治疗的患者未出现术后炎症、眼内炎或视网膜脱离。Suarez等<sup>[53]</sup>报道了一项研究,初步证明凝血PRP和凝血全血可能是未来巩膜伤口闭合的可行选择。在试验中,PRP被证明在高眼压下更有效地防止巩膜伤口渗漏。研究概述了PRP用于眼部疾病的治疗,也提供了其安全性和有效性的证据。进一步的研究将继续完善与血栓形成相关的方法,以标准化血栓的直径、形状和长度,以便术中应用。全血或PRP制成的凝块塞可能是玻璃体切割术后巩膜伤口愈合的有效策略。临床前模型的进一步测试是必要的,以进一步完善材料和方法,因为这似乎有可能改善玻璃体切割后巩膜伤口的闭合。此外,未来需要进行随机和活体动物研究,以确定该方法作为玻璃体切割术中巩膜伤口愈合的辅助或替代治疗方法的有效性。

**3.3 小切口新一代植入式微型望远镜巩膜固定术** 此技术适用于双侧视野中央暗点伴有终末视力障碍(AMD)引起的稳定型年龄相关性黄斑变性患者。据Toro等<sup>[54]</sup>文献报道,运用最佳矫正视力、近视力、内皮细胞密度及并发症发生率等指标,评估其有效性和安全性。结果提示相较于第一代,内皮细胞密度损失更小,安全性及有效性则较前相似,然而,角膜水肿是其最常见的并发症。Eter等<sup>[55]</sup>则报道即使没有小孔固定,缝合固定仍然成为可能的手段,且对于白内障患者囊内放置的问题,同样是一个解决方案。但以上报道缺乏大规模的临床研究证实。

### 4 小结与展望

综上所述,在TSV中,还没有完全消除缝合漏性巩膜切开术的需要。玻璃体切除术中巩膜切口闭合方法主要有纤维蛋白胶、黏弹性物质、巩膜内水合治疗、巩膜针刺、楔形巩膜切开术、无穿孔巩膜内穿刺术、无缝线双平面闭合技术、20号微玻璃体视网膜刀片、新型可释放不可吸收的8.0聚丙烯缝合线、富含血小板血浆和全血制成的凝块塞、小切口新一代植入式微型望远镜巩膜固定术等,它们避免了缝合线带来的炎症、异物感、感染等并发症,降低了

无缝合导致的低眼压、眼内炎、脉络膜脱离、人工晶状体脱位、玻璃体嵌塞、脉络膜脱离、脉络膜出血、结膜下硅油或气体迁移、视网膜填塞不足和巩膜切开处形成水泡的发生率。但以上研究的局限性在于样本量相对较小和短期随访,未来仍需要更大规模的随机对照研究和更长的随访期来证实研究结果。通过减少手术时间和术后并发症来提高质量和患者舒适度的追求仍在继续。因此,寻找并且进一步证实新巩膜切口闭合方法的有效性及其安全性具有重要临床意义。

**利益冲突声明:** 本文不存在利益冲突。

**作者贡献声明:** 谢春瑶论文选题与修改,初稿撰写,文献检索,数据分析;黄雄高选题指导,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 ] Yanyali A, Celik E, Horozoglu F, et al. 25 - Gauge transconjunctival sutureless pars Plana Vitrectomy. *Eur J Ophthalmol*, 2006,16(1):141-147.
- [ 2 ] Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, et al. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery. *Ophthalmology*, 2010,117(1):93-102.e2.
- [ 3 ] Choi KS, Kim HD, Lee SJ. Sclerotomy site leakage according to wound shape in 23-gauge microincisional vitrectomy surgery. *Curr Eye Res*, 2010,35(6):499-504.
- [ 4 ] Yamane S, Takemae K, Inoue M, et al. Evaluation of microincision vitrectomy wounds made with microvitrectomy blade or beveled trocar by swept source optical coherence tomography. *Retina*, 2012, 32 ( 1 ): 140-145.
- [ 5 ] Lai JM, Patel V, Watane A, et al. Mechanical property comparison of 23 -, 25 -, and 27 - gauge vitrectors across vitrectomy systems. *Ophthalmol Retina*, 2022,6(11):1001-1008.
- [ 6 ] Bisorca-Gassendorf L, Boden KT, Szurman P, et al. Postoperative endophthalmitis—a review of literature. *Ophthalmologie*, 2021, 118 ( 3 ): 210-218.
- [ 7 ] Gupta OP, Weichel ED, Regillo CD, et al. Postoperative complications associated with 25 - gauge pars Plana vitrectomy. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*, 2007,38(4):270-275.
- [ 8 ] Shimada H, Nakashizuka H, Hattori T, et al. Incidence of endophthalmitis after 20 - and 25 - gauge vitrectomy causes and prevention. *Ophthalmology*, 2008,115(12):2215-2220.
- [ 9 ] Duval R, Hui JM, Rezaei KA. Rate of sclerotomy suturing in 23-gauge primary vitrectomy. *Retina*, 2014,34(4):679-683.
- [ 10 ] Li M, Yi QY, Mao JH, et al. A sutureless technique for securing leaking sclerotomies with viscoelastic substances in 23 - gauge microincision vitrectomy surgery. *Int J Ophthalmol*, 2023, 16 ( 5 ): 730-735.
- [ 11 ] Lopezcarasa-Hernandez G, Perez-Vazquez JF, Guerrero-Naranjo JL, et al. Versatility of use of fibrin glue in wound closure and vitreo-retinal surgery. *Int J Retina Vitreous*, 2021,7(1):33.
- [ 12 ] Zauberman H, Hemo I. Use of fibrin glue in ocular surgery. *Ophthalmic Surg*, 1988,19(2):132-133.
- [ 13 ] Batman C, Ozdamar Y, Aslan O, et al. Tissue glue in sutureless vitreoretinal surgery for the treatment of wound leakage. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*, 2008,39(2):100-106.
- [ 14 ] Mansour HA, Mahmoudzadeh R, Hsu J. Intraocular fibrin glue to lower the risk of postoperative vitreous hemorrhage after diabetic pars Plana vitrectomy. *Retina*, 2023,43(12):2148-2152.
- [ 15 ] Panda A, Kumar S, Kumar A, et al. Fibrin glue in ophthalmology. *Indian J Ophthalmol*, 2009,57(5):371-379.
- [ 16 ] Dal Pizzol MM, Roggia MF, Kwitko S, et al. Use of fibrin glue in

ocular surgery. *Arq Bras Oftalmol*, 2009,72(3):308-312.

- [ 17 ] Valachová K, Volpi N, Stern R, et al. Hyaluronan in medical practice. *Curr Med Chem*, 2016,23(31):3607-3617.
- [ 18 ] Serra M, Casas A, Toubarro D, et al. Microbial hyaluronic acid production: a review. *Molecules*, 2023,28(5):2084.
- [ 19 ] Koçluk Y, Kasım B, Sukgen EA. Use of viscoelastic substance for preventing Descemet's membrane rupture in deep anterior lamellar keratoplasty. *Arq Bras Oftalmol*, 2021,84(3):230-234.
- [ 20 ] Zhang ZY, Liu SJ, Xie F, et al. Comparison of viscoelastic substance injection versus air filling in the anterior chamber during foldable capsular vitreous body (FCVB) implant surgery: a prospective randomized controlled trial. *Adv Ther*, 2021,38(9):4859-4871.
- [ 21 ] Liesegang TJ. Viscoelastic substances in ophthalmology. *Surv Ophthalmol*, 1990,34(4):268-293.
- [ 22 ] Ren YP, Zhao ZL, Shao YM, et al. Viscoelastic-assisted non-descemet stripping automated endothelial keratoplasty in vitrectomized and iris-lens diaphragm injured eyes. *Eye Contact Lens*, 2015,41(6):398-402.
- [ 23 ] Borkenstein AF, Borkenstein EM, Malyugin B. Ophthalmic viscosurgical devices (OVDs) in challenging cases: a review. *Ophthalmol Ther*, 2021,10(4):831-843.
- [ 24 ] Sedova A, Steiner I, Matzenberger RP, et al. Comparison of safety and effectiveness between 23-gauge and 25-gauge vitrectomy surgery in common vitreoretinal diseases. *PLoS One*, 2021,16(3):e0248164.
- [ 25 ] Seyyar SA, Saygılı O, Tıskaçlı NS. Intraocular pressure outcomes after 23 - G vitreoretinal surgery with two different transconjunctival sutureless sclerotomy techniques: vertical versus tunnel entry. *Int Ophthalmol*, 2022,42(6):1763-1769.
- [ 26 ] Rizzo S, Pacini B, De Angelis L, et al. Intrasceral hydration for 23-gauge pars Plana vitrectomy sclerotomy closure. *Retina*, 2022, 42 ( 12 ): 2414-2418.
- [ 27 ] Abouammoh MA, Abouammoh MA, Gale JS, et al. A novel technique for securing sclerotomies in 20-gauge transconjunctival pars Plana vitrectomy: Surgical Outcomes and Complications in 529 Consecutive Cases. *Retina*, 2016,36(5):974-980.
- [ 28 ] Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Vazquez-Blanco M, et al. Assessment of closure competency of sutureless vitrectomy sclerotomies after scleral hydration. *Curr Eye Res*, 2016, 41 ( 1 ): 129-132.
- [ 29 ] Mandelcorn ED, Felfeli T, Mandelcorn MS. Scleral needling technique. *Can J Ophthalmol*, 2020,55(5):465.
- [ 30 ] Felfeli T, Altomare F, Mandelcorn ED. Sutureless closure of 23- and 25-gauge leaking sclerotomies with the scleral needling technique. *Retina*, 2020,40(5):838-844.
- [ 31 ] Theelen T, Verbeek AM, Tilanus MA, et al. A novel technique for self-sealing, wedge-shaped pars Plana sclerotomies and its features in ultrasound biomicroscopy and clinical outcome. *Am J Ophthalmol*, 2003, 136 ( 6 ): 1085-1092.
- [ 32 ] Lott MN, Manning MH, Singh J, et al. 23-gauge vitrectomy in 100 eyes; short-term visual outcomes and complications. *Retina*, 2008, 28 ( 9 ): 1193-1200.
- [ 33 ] Fine HF, Iranmanesh R, Iturralde D, et al. Outcomes of 77 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival vitrectomy surgery for posterior segment disease. *Ophthalmology*, 2007,114(6):1197-1200.
- [ 34 ] Parolini B, Prigione G, Romanelli F, et al. Postoperative complications and intraocular pressure in 943 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival pars Plana vitrectomy with 1-year follow-up. *Retina*, 2010,30(1):107-111.
- [ 35 ] Wimpfissinger B, Kellner L, Brannath W, et al. 23-Gauge versus 20-gauge system for pars Plana vitrectomy: a prospective randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol*, 2008,92(11):1483-1487.
- [ 36 ] Woo SJ, Park KH, Hwang JM, et al. Risk factors associated with

sclerotomy leakage and postoperative hypotony after 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy. *Retina*, 2009,29(4):456-463.

[37] Gupta OP, Ho AC, Kaiser PK, et al. Short-term outcomes of 23-gauge pars Plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol*, 2008,146(2):193-197.

[38] Chieh JJ, Rogers AH, Wiegand TW, et al. Short-term safety of 23-gauge single-step transconjunctival vitrectomy surgery. *Retina*, 2009,29(10):1486-1490.

[39] Caporossi T, Governatori L, Baldascino A, et al. Wedge-Shaped Pars Plana Sclerotomies: Is It Still an Actuality in the Era of Microincision Vitrectomy? *Retina*, 2023,43(10):1811-1815.

[40] Yang B, Jan NJ, Brazile B, et al. Polarized light microscopy for 3-dimensional mapping of collagen fiber architecture in ocular tissues. *J Biophotonics*, 2018,11(8):e201700356.

[41] Wang BR, Hua Y, Brazile BL, et al. Collagen fiber interweaving is central to sclera stiffness. *Acta Biomater*, 2020,113:429-437.

[42] Yalcinbayir O, Ucan Gunduz G, Nizam S, et al. Nonperforating intrascleral stabbing for sutureless 23g sclerotomy closure. *Retina*, 2023, 43(2):313-320.

[43] Rastogi A, Kumar P, Dhiman S, et al. Evaluation of functional outcome and stability of sutureless scleral tunnel fixated IOLs in children with ectopia lentis. *Int J Ophthalmol*, 2020,13(1):66-70.

[44] Barak Y, Lee ES, Schaal S. Sealing effect of external diathermy on leaking sclerotomies after small-gauge vitrectomy: a clinicopathological report. *JAMA Ophthalmol*, 2014,132(7):891-892.

[45] Labauri N, Mamageishvili T, Tsomaia K, et al. Sutureless biplanar closure of leaking wounds in micro-incision vitreous surgery: a novel technique. *Eur J Ophthalmol*, 2019,29(1):110-112.

[46] Chan EW, Sun V, Eldeeb M, et al. Repairing leaky 23 gauge sclerotomies: surgical techniques to enhance sutureless self-sealing wound closure. *Retina*, 2022,42(7):1399-1402.

[47] Savastano A, Crincoli E, Caporossi T, et al. New releasable nonabsorbable polypropylene 8.0 suturing technique for sclerotomy sealing in 23-gauge vitrectomy. *Retina*, 2023,43(10):1797-1801.

[48] Batman C, Ozdamar Y, Mutevelli S, et al. A comparative study of tissue glue and vicryl suture for conjunctival and scleral closure in conventional 20-gauge vitrectomy. *Eye*, 2009,23(6):1382-1387.

[49] Sridhar J, Kasi S, Paul J, et al. A prospective, randomized trial comparing plain gut to polyglactin 910 (vicryl) sutures for sclerotomy closure after 23-gauge pars Plana vitrectomy. *Retina*, 2018, 38(6):1216-1219.

[50] Croskey JA, Han DP. Adverse reactions to plain gut, polyglycolic Acid, and polyglactin 910 sutures for sclerotomy closure at pars Plana vitrectomy. *Retin Cases Brief Rep*, 2013,7(3):297-299.

[51] 杜亚茹, 陈佳娜, 李维娜. 8-0 聚丙烯缝线巩膜双联结缝合固定人工晶状体悬吊术在无晶状体眼中的应用. *国际眼科杂志*, 2024, 24(3):469-472.

[52] Babu N, Kohli P, Ramachandran NO, et al. Comparison of platelet-rich plasma and inverted internal limiting membrane flap for the management of large macular holes: a pilot study. *Indian J Ophthalmol*, 2020,68(5):880-884.

[53] Suarez MK, Sappington RM, Hayes B. A novel approach to sclerotomy closure in pars Plana vitrectomy: a pilot study. *Int J Retina Vitreous*, 2022,8(1):64.

[54] Toro MD, Vidal-Aroca F, Montemagni M, et al. Three-month safety and efficacy outcomes for the smaller-incision new-generation implantable miniature telescope (SING IMT™). *J Clin Med*, 2023,12(2):518.

[55] Eter N, Behr O. Scleral fixation of the smaller-incision new generation implantable miniature telescope (SING IMT™). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2024,262(6):1953-1954.