

# 白内障超声乳化术中灌注液迷流的相关研究

王艺儒<sup>1</sup>, 饶惠英<sup>2</sup>

引用:王艺儒,饶惠英. 白内障超声乳化术中灌注液迷流的相关研究. 国际眼科杂志 2023;23(11):1821-1825

基金项目:福建省自然科学基金项目(No.2019J01507)

作者单位:<sup>1</sup>(350001)中国福建省福州市,福建医科大学省立临床医学院;<sup>2</sup>(350001)中国福建省福州市,福建省立医院眼科

作者简介:王艺儒,在读硕士研究生,研究方向:白内障、高度近视。

通讯作者:饶惠英,毕业于浙江大学眼科学白内障专业,博士,主任医师,教授,硕士研究生导师,研究方向:白内障与人工晶状体. rhydoctor@163.com

收稿日期:2022-11-07 修回日期:2023-09-22

## 摘要

灌注液迷流综合征(infusion misdirection syndrome, IMS)是白内障超声乳化术中突发的一类罕见且处理棘手的并发症,其通常发生于白内障术中水分离、超声乳化或灌注抽吸(irrigation/aspiration, I/A)时。在悬韧带松弛、晶状体脱位、后囊膜破裂、眼前段拥挤、高灌注压等因素下,灌注液积聚于玻璃体腔中或玻璃体后,造成眼内压升高、前房变浅甚至消失进而导致手术难以进行。这需与暴发性脉络膜上腔出血(suprachoroidal hemorrhage, SCH)、囊袋阻滞综合征(capsular block syndrome, CBS)等进行鉴别。在经过术中紧急处理,如:休息联合甘露醇静滴、玻璃体腔穿刺抽液或玻璃体切除后,患眼术后均能获得良好预后。本文围绕白内障超声乳化术中灌注液迷流的发病机制、诊断及鉴别、术中紧急处理方式、预防及预后进行详细综述,以期为眼科医生提供临床指导。

**关键词:**灌注液迷流综合征;白内障;超声乳化术;发病机制;处理方法

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.11.10

## Study on infusion misdirection syndrome during phacoemulsification cataract surgery

Yi-Ru Wang<sup>1</sup>, Hui-Ying Rao<sup>2</sup>

**Foundation item:** Natural Science Foundation of Fujian Province (No.2019J01507)

<sup>1</sup>Clinical Medical College of Fujian Medical University, Fuzhou 350001, Fujian Province, China; <sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, Fujian Province, China

**Correspondence to:** Hui-Ying Rao. Department of Ophthalmology, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, Fujian Province, China. rhydoctor@163.com

Received:2022-11-07 Accepted:2023-09-22

## Abstract

• Infusion misdirection syndrome (IMS) is a rare and troublesome intraoperative complication during phacoemulsification cataract surgery, which usually occurs in hydrodissection, phacoemulsification or irrigation/aspiration (I/A). Under the factors of lax zonular fibers, lens dislocation, posterior capsular rupture, the anterior segment crowding, high perfusion pressure, the infusion fluid accumulates in the vitreous cavity or behind the vitreous, leading to intraocular hypertension, shallowness or even disappearance of the anterior chamber and eventually causing the suspension of surgery. It needs to be differentiated from suprachoroidal hemorrhage (SCH), capsular block syndrome (CBS), etc. After intraoperative emergency treatments, such as rest combined with intravenous drip of mannitol, pars plana needle aspiration or vitrectomy, a favorable prognosis can be obtained. This review discusses the pathogenesis, diagnosis, emergency management, prevention and prognosis of IMS during phacoemulsification cataract surgery, with the aim of providing clinical guidance for ophthalmologists.

• **KEYWORDS:** infusion misdirection syndrome; cataract; phacoemulsification; pathogenesis; processing method

**Citation:** Wang YR, Rao HY. Study on infusion misdirection syndrome during phacoemulsification cataract surgery. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2023;23(11):1821-1825

## 0 引言

随着白内障手术技术和设备的不断发展,白内障超声乳化术成为当前公认的最先进、最可靠的白内障治疗方法。相较于其他白内障手术方式,白内障超声乳化术在临床应用上出现的并发症明显减少。然而,随着超声乳化术适应证的扩大,如晶状体摘除用于闭角型青光眼<sup>[1]</sup>、外伤性晶状体脱位、高度近视或真性小眼球<sup>[2]</sup>等,术者面对的病例更复杂,手术难度也随之增大。虽然目前关于白内障超声乳化术中灌注液迷流综合征(infusion misdirection syndrome, IMS)的文献较少,多是证据水平较低的研究,如病例报告或回顾性研究,但许多术者承认在术中遇到过此并发症<sup>[3]</sup>。可见应提高眼科手术医师对IMS的认识和重视。

## 1 发病机制

**1.1 定义** 1993年Mackool<sup>[4]</sup>描述关于灌注液在超声乳化术中或灌注抽吸(irrigation/aspiration, I/A)时,通过悬韧带或破裂的后囊口积聚于后囊膜和玻璃体之间的腔隙(Berger's space),推挤后囊膜前移,最终导致前房变浅的现象,并将其称之为“灌注液迷流综合征”。1994年Olson

等<sup>[5]</sup>报道了5例类似病例并将其称为“后囊下液体嵌顿(subcapsular fluid entrapment)”。2014年Lau等<sup>[3]</sup>将白内障超声乳化术中几秒钟内出现的前房弥漫性变浅、眼内压显著升高,伴有难以注入黏弹剂、难以植入人工晶状体,出现虹膜脱出,不伴有暴发性脉络膜上腔出血(suprachoroidal hemorrhage, SCH),且用器械触诊角膜及巩膜时感觉像岩石一样硬等症状命名为“急性术中硬眼综合征(acute intraoperative rock-hard eye syndrome, AIRES)”,其发生率为1.45%(6/413)。因针对这一综合征的统称各方存在争议,在各类报道中出现了不同的命名:灌注液迷流综合征、房水迷流综合征(aqueous misdirection syndrome, AMS)、急性硬眼综合征、后囊下液嵌顿、睫状环阻滞、玻璃体正压性青光眼、恶性青光眼(malignant glaucoma, MG)等。为了利于研究,Grzybowski等<sup>[6-7]</sup>提出将术中由于灌注液通过悬韧带流入眼后段而出现的急性并发症称之为急性液体迷流综合征(fluid misdirection syndrome, FMS),而慢性液体迷流综合征是指发生在最初眼内手术后的几天到数月甚至数年出现的相似临床特征,其又称为恶性青光眼或睫状环阻滞性青光眼。鉴于本文重点讨论白内障超声乳化术中突发的眼内压增高,前房弥漫性变浅甚至消失,不伴有SCH且难以进行下一步操作的这一现象,将其统称为灌注液迷流综合征。

**1.2 发生时机** 在白内障超声乳化手术开始水分离后的任意步骤均有出现IMS的病例报道,其中以发生在核块超声乳化即将完成或I/A过程中居多<sup>[4,6,8-10]</sup>。这与Lau等<sup>[3]</sup>指出的AIRES通常发生在核块超声乳化至人工晶状体植入期间的观点相一致。术者术中可以感觉到在超声乳化过程中后囊膜向前隆起或是向前波动<sup>[4]</sup>。同时也有病例发生于术中患者剧烈咳嗽时<sup>[8-9]</sup>。

### 1.3 诱发因素

**1.3.1 医源性因素** 高灌注压是白内障超声乳化术中发生IMS的条件之一。Kawasaki等<sup>[11]</sup>研究了超声乳化手术对80只猪眼后房-前界膜(posterior chamber-anterior hyaloid membrane, PC-AHM)屏障的影响,得出在术中灌注液可通过悬韧带到达眼后段,且如果前界膜破裂灌注液还可进入玻璃体腔中,同时指出超声乳化术长时间的I/A及其引起前房的收缩和膨胀可能导致AHM的脱离,而水分离这一步骤是AHM撕裂的危险因素。其进一步研究表明超声乳化术中眼内压的变化会对PC-AHM屏障造成破坏,因此术者术中应注重对眼内压的控制,尤其是对灌注压的控制,以避免眼内压过高<sup>[12]</sup>。这一系列实验研究补充了对导致灌注液进入眼后段造成IMS原因的解釋。同样有研究指出在超声乳化手术的所有步骤中,高水平的前房灌注可发生在水分离、超声乳化、用冲洗针头冲洗后囊及赤道部残留皮质时,而水分离时产生的眼内压最高<sup>[13]</sup>。因此Lau等<sup>[3]</sup>怀疑其研究中AIRES发生率高的原因可能与使用相对较小的27G冲洗针头冲洗后囊膜下残余皮质纤维有关,因其会产生相对更窄的液流和更高的流速,这更易使灌注液通过悬韧带,形成了后囊膜的局部扭曲或向前隆起。在邹贺等<sup>[9]</sup>的研究中所有发生IMS的病例术中均采用高灌注压模式,灌注液瓶高为100cm,其灌注压(73.5mmHg)远高于正常眼内压,进一步证明高灌注压是

诱发因素之一。Koplin等<sup>[14]</sup>临床观察发现超声乳化术中突然的异常灌注可使晶状体核碎块落入玻璃体腔内。且经实验室研究证实,角膜切口对超声乳化头硅胶套管的支点效应是超声乳化时产生异常灌注的原因,即超声乳化时由于与角膜切口前后唇的相互作用往往会关闭一个灌注口而使多余的灌注液从另一端口流出,形成一高流速高压强的液流,而这也为解释术中突发IMS提供了一种可能。**1.3.2 解剖因素** 大部分研究指出悬韧带松弛是引起白内障超声乳化术中IMS的解剖学基础<sup>[4,6,8-10,15]</sup>。灌注液在高灌注压下经松弛的悬韧带向眼后段迷流。因此,对于术前存在与悬韧带松弛相关的危险因素的眼眼均有可能发生IMS,如:高龄、高度近视、球形晶状体、小眼球、青光眼等,这也在许多病例报道中得到支持<sup>[8-9,15-19]</sup>。有学者提出因术中晶状体直径增大、睫状环受激惹时收缩,二者距离缩小甚至部分掩盖形成“球堵样”结构可导致IMS的发生<sup>[20]</sup>,所以应注意眼前节结构拥挤的眼。同样,晶状体半脱位与IMS的发生密切相关,这在相关报道中也有记录<sup>[21]</sup>。蔡小军等<sup>[22]</sup>提出术眼存在小的后囊破孔是发生术中IMS的可能条件,这与Mackool<sup>[4]</sup>的观点一致:灌注液在高灌注压下经后囊膜破孔进入Berger's space或玻璃体腔,而后囊下成形的皮质起到一个单向阀的作用,阻滞灌注液回流,导致灌注液在眼后段蓄积。Anisimova等<sup>[23]</sup>通过在白内障超声乳化术中及术后用光学相干断层扫描发现:由于晶状体悬韧带和Wieger韧带不紧密的附着,Berger's space可出现晶状体碎块及其它物质。可见,Berger's space的形成成为灌注液在眼后段积蓄进而发生IMS提供解剖基础。而有学者还证实在白内障超声乳化过程中有晶状体或黏弹剂等物质进入前段玻璃体中,并提出前房和玻璃体腔之间存在引发IMS的通道,同时强调这种解剖通道在没有悬韧带缺陷的情况下存在<sup>[24]</sup>。这也解释了有关病例在没有任何临床可检测到的悬韧带异常或后囊膜破裂的情况下发生IMS的可能原因<sup>[4,9]</sup>。另外,在金玲艳等<sup>[10]</sup>研究中所有出现IMS的患眼均存在玻璃体后脱离,而这可能是灌注液易流入玻璃体腔的病理或解剖学基础。

导致IMS的确切机制尚不清楚,但总结以上可得出,IMS多发生于白内障术中水分离、超声乳化或I/A时,甚至发生在术中患者剧烈咳嗽时,而悬韧带松弛、悬韧带离断、晶状体脱位、后囊破口、眼前段拥挤等解剖学异常是高危因素,高灌注压是诱发IMS的主要因素。在超声乳化术中一系列引起眼内压升高的操作下,高灌注压可破坏PC-AHM屏障,灌注液或房水穿透过松弛的悬韧带或悬韧带间隙进入玻璃体腔内或玻璃体腔后,进而推挤晶状体虹膜隔前移,出现突然的眼压升高、弥漫性前房变浅、虹膜自切口处脱出、无法注入黏弹剂等现象。

### 2 诊断及鉴别诊断

白内障超声乳化术中突发高眼压、浅前房患者,可能为IMS、SCH、脉络膜上腔渗漏(suprachoroidal effusion, SCE)、囊袋阻滞综合征(capsular block syndrome, CBS)或球后出血致眶压升高等,这些并发症如误诊或处理不及时、不当将出现重大不良后果,因此需要眼科医生及时鉴别和正确处理<sup>[16]</sup>。

IMS的主要临床特征是术中突发高眼压,晶状体虹膜



隔前移导致的弥漫性浅前房或前房消失,虹膜自切口脱出,难以注入黏弹剂,红光反射存在,患者无疼痛、烦躁不安,术中眼底镜检查全周眼底首先排除SCH或SCE。暴发性脉络膜上腔出血又称驱逐性出血,是眼内手术中最为严重的并发症,需第一时间予以鉴别。与IMS相比,SCH不仅仅有眼压急剧升高、前房消失的情况,患者同时还伴有难以忍受的疼痛并烦躁不安,眼底红光反射消失,见眼底逐渐增大的黑色隆起,角膜切口撕裂,虹膜从切口脱出、视网膜脉络膜前涌等,眼部超声检查可帮助鉴别<sup>[25]</sup>。在手术显微镜下看到红光反射消失和黑影的扩大是SCH特有的症状,但对于局限性的SCH,术眼可无痛感且可见眼底红光反射。另一难点是IMS与SCE的鉴别,SCE多发生于手术早期,虽与IMS同样出现前房变浅、眼压升高,但SCE多有眼底红光反射变暗的体征和患者术眼疼痛的症状<sup>[26]</sup>。若术中难以区分,应果断关闭切口暂停手术,行眼底检查或B超明确诊断后再行二期手术<sup>[10,26-27]</sup>。

术中CBS多由于连续环形撕囊的撕囊口小而晶状体核较大所致。多发生在用快速、大量的平衡盐溶液进行水分分离时,晶状体核机械性阻塞连续环形撕囊口,使得囊袋中液体积聚过多而眼压升高,裂隙灯下可见晶状体核与前囊膜开口贴附,与后囊膜之间间隙增加,如处理不及时将导致后囊膜破裂,甚至导致晶状体脱入玻璃体腔中<sup>[28]</sup>。其鉴别要点是二者发生时间不同,术中CBS发生于术中早期水分分离时,而白内障超声乳化术中IMS多发生于水分分离后晶状体核乳化即将完毕、I/A时或人工晶状体植入时<sup>[9-10]</sup>。

如若该术眼术前进行过激光周边虹膜切除术,且周切孔通畅,或在晶状体核超声乳化后,突发眼内压升高、前房变浅,则可排除瞳孔阻滞,而应考虑IMS。现如今常规白内障超声乳化多采用表面麻醉,多不会由于球后注射出现球后出血导致的眶压升高、眼睑紧绷、眼球运动受限的现象,如若是白内障联合青光眼手术或患者表面麻醉下难以配合手术而进行球后麻醉者,亦应进行鉴别<sup>[29]</sup>。

### 3 白内障超声乳化术中IMS的处理

由于针对白内障超声乳化术中IMS的机制尚未完全阐明且病例数量少,虽有各种处理方法的报道,但相关证据缺乏,因此关于最优化的治疗策略仍未达成共识,对于眼科手术医师来说仍是一巨大挑战。如若处理不当或未及时处理将使手术难以进行,强行操作可能会影响手术结果甚至出现不可收拾的局面。对此,需要眼科医生把控好患者的患眼及全身情况,在面对突发状况时灵活应对、综合判断,做到对患者的个性化处理。

**3.1 休息联合药物处理** 诊断明确后应立即停止手术,积极使用降眼压药物,如用高渗剂(20%甘露醇250mL)快速静滴脱去玻璃体腔中液体,减少玻璃体体积以降低眼后段压力,进而得以注入黏弹剂形成前房。在喻磊等<sup>[8]</sup>的研究中,7例患者通过缝合主切口,包盖患眼安静休息联合200g/L甘露醇注射液快速静滴处理后,其中6例得以顺利完成剩余手术步骤。相应的,在其他回顾性病例研究中也证实了此保守处理方法的可行性<sup>[9-10,15-16,30-31]</sup>。因此,大多数学者支持先进行保守治疗,不主张发生IMS后继续手术操作或立即进行玻璃体腔穿刺或切除<sup>[8,10,29]</sup>。然而有专家主张对于IMS的处理应立即行玻璃体腔穿刺抽液

或玻璃体切除等方法,而不应待保守治疗效果不好后再考虑其他方式,其指出保守治疗花费时间长,让患者长时间处于在高眼压,浅前房的IMS状态势必对视神经、角膜内皮等眼内组织造成损伤,且长时间的等待会增加患者的心理负担,同时会增加手术感染风险,这对术后结果是不利的<sup>[20]</sup>。

**3.2 玻璃体腔穿刺抽液** 大多数学者认为对于经保守处理后仍高眼压、浅前房的患者,可在排除SCH后经睫状体平坦部玻璃体腔穿刺抽液,以减少玻璃体内容积,降低眼后段压力,从而完成手术<sup>[3,10,15,20,32-33]</sup>。Lau等<sup>[3]</sup>发表第一篇关于在白内障超声乳化术中面对突发IMS用23G针头经睫状体平坦部穿刺抽吸进行紧急术中玻璃体减压并获得成功的报告。具体操作是待排除SCH后在距角膜缘约3.0mm处经睫状体平坦部穿刺,吸出液体约0.1~0.3mL直至眼球变软、前房加深。此操作具有器械易获取、易操作、花费少、速度快、无额外的伤口、能抽吸出确切量的液体、可重复性强等优点。且在大部分病例中术后未发生玻璃体牵拉、玻璃体出血、视网膜裂孔、视网膜脱离、眼内炎等并发症<sup>[3,20]</sup>。然而,Kang等<sup>[34]</sup>报道了1例在I/A时发生IMS,经玻璃体腔穿刺抽液后手术顺利完成,但术后出现浆液性视网膜脱离的病例。有学者认为此操作的有效性和安全性与术眼中存在生理性玻璃体液化有关,穿刺失败可能是因为玻璃体阻塞针头或针头未能准确抽吸玻璃体中的水囊<sup>[33,35]</sup>。而对于穿刺时机、穿刺时针头的大小、穿刺部位、深度及抽出液体量的多少在各项研究中均不一致,其是否会影响后续操作及手术预后仍有待进一步研究。且对于穿刺的次数是否受限仍需探讨。综上,针对IMS,经睫状体平坦部玻璃体腔穿刺抽液是一种既安全又高效,廉价且相对无创的方法,可以使术眼尽快恢复状态从而进行下一步手术操作。

**3.3 玻璃体切除术** 在相关病例中有术者通过切除部分或全部玻璃体以加深前房并缓解术中高眼压状态<sup>[36]</sup>。但在白内障超声乳化术中及时行玻璃体切除术需要相应的手术器械及手术技术,这对术者是一大挑战,对患者有一定经济负担,因此有专家并不建议在高眼压状态下当即行玻璃体切除术<sup>[8,37]</sup>。有术者用23G、25G微创干性前段玻璃体切除技术处理IMS,去除前段玻璃体及水囊,确保了后续白内障手术的安全<sup>[10,17]</sup>。因该方法为单通道“盲切”,所以切除时应注意切除头的位置,切记摆动幅度过大,以免造成不必要的损伤,还应注意指测眼压及前房深度,避免切除过多玻璃体<sup>[10]</sup>。张建辉等<sup>[18]</sup>研究提出用Centurion超声乳化23G前段玻璃体切除系统来处理青光眼白内障联合手术中突发的IMS,认为该方法快速、安全、有效,同时指出应对玻璃体前界膜、虹膜周切口后的悬韧带及小梁网进行有针对性的切除,避免玻璃体阻滞和玻璃体前界膜的瓣膜作用以确保液体由后向前流出途径的通畅。可见,对于经保守治疗或玻璃体腔穿刺抽液后仍未有好转患眼,进行玻璃体切除术不失为一种可行的方法,甚至在设备及技术的支持下,该方法可优先选择。

### 4 预防

对于眼前节拥挤<sup>[18]</sup>、高度近视<sup>[16]</sup>、悬韧带松弛或离断、小眼球<sup>[2]</sup>、既往有青光眼病史<sup>[9,15]</sup>或手术史<sup>[34]</sup>的高危患者进行白内障超声乳化手术时应格外小心,应提前进行

全面评估,做好充足准备:(1)术前充分散瞳是使手术顺利进行的前提。(2)可于术前30min~1h静滴甘露醇以降低眼内压,但应注意排除禁忌证。同时,在术中术者需缓解患者紧张情绪,嘱患者张口呼吸勿屏气,对于合并肺部疾病,有呼吸困难症状者可术中吸氧,尽量避免患者术中剧烈咳嗽,必要时可全身麻醉后再手术。在操作中应动作轻柔,减少对睫状体的刺激,适当降低灌注压、减缓流量及调整灌注液流向以避免IMS的发生。针对水分离这一可疑诱因,一些学者提出替代常规水分离的方法<sup>[38-39]</sup>,但仍需进一步验证。

对于已经发生术中IMS且经处理后恢复前房深度及眼内压的患眼继续进行白内障手术时,更应注意瓶高、灌注压及流量,如还在I/A阶段,可改用双腔针头,在低灌注压下手动缓慢吸除皮质或黏弹剂<sup>[22]</sup>。值得注意的是,虽IMS多发生在单侧术中,但一只眼IMS的发生是否会增加对侧眼的术中风险,还有待进一步研究,但术者可在对侧眼前考虑预防性治疗。有文献提出在白内障手术前用前段玻璃体切除或玻璃体腔穿刺抽液进行玻璃体减压来应对眼前节拥挤的术眼,有利于超声乳化手术的顺利进行<sup>[36,40-41]</sup>。在飞秒激光辅助白内障超声乳化手术盛行的当下,关于其术中的并发症已得到广泛研究,而虽仅有少数关于飞秒激光辅助白内障术中发生IMS的病例报告,但强调了在该项手术期间发生此并发症的可能性,特别是在高危患者中<sup>[19]</sup>。由此,仔细的术前评估和准备是很重要的,因为IMS可以通过适当和及时的干预措施成功地预防和管理。

## 5 预后及转归

白内障超声乳化术中IMS与MG有着相似的发病机制<sup>[6,37,42]</sup>,但目前尚未有关于白内障超声乳化术中发生IMS的患者术后发生MG的相关病例报道,这可能与术后常规的激素抗炎、高渗剂脱水及睫状肌麻痹相关<sup>[20]</sup>。据文献报道<sup>[3,8-10,15-18,29-30]</sup>,对于术中突发灌注液迷流的患眼经恰当处理后,绝大多数术后1d裸眼视力>0.4,术后1wk更是提高至>0.6,眼内压在正常范围内,角膜透明,前房清,前房深度正常,人工晶状体位置正、居中,无眼内出血,无视网膜脱离、脉络膜出血或渗液;其中1例患者因原先存在视网膜中央静脉阻塞致术后1d仅光感,1例患者因术前1mo已开始口服激素治疗颞动脉炎而致术后眼压高,在经局部滴用降压药后眼压恢复正常。总归,白内障超声乳化术中IMS的患眼经恰当处理后仍有较好的术后效果。但因所报道病例术后随访时间较短,未能了解远期的术后转归,对此应该对发生IMS的患者进行长期的随访以确保最佳的治疗和更好的预后。同时,对于有发生IMS风险的患者亦应在白内障手术后密切随访<sup>[43]</sup>。

## 6 总结

在白内障超声乳化术中IMS是一罕见且难以处理的并发症,需要手术医生对这一并发症有一定的认识,并且能够在术前积极预防、术中及时诊断并采取有效的处理措施,以使白内障超声乳化手术得以顺利进行,保证患者获得满意的视觉质量。目前对于术中IMS的处理尚存争议,在现有病例中进行保守治疗或穿刺抽吸甚至是玻璃体切除治疗可有效纠正IMS并得到较好的术后视力,但仍需进一步研究来规范对IMS的处理,做到对患者进行个性化评

估以选择最优处理方式。相信未来随着手术设备的进一步革新和手术技术的不断提高,能够提前避免IMS的发生,以期对患者的创伤降至最低。

## 参考文献

- 1 Trikha S, Perera SA, Husain R, et al. The role of lens extraction in the current management of primary angle-closure glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2015;26(2):128-134
- 2 Utman SA. Small eyes big problems; is cataract surgery the best option for the nanophthalmic eyes? *J Coll Physicians Surg Pak* 2013;23(9):653-656
- 3 Lau OCF, Montfort JM, Sim BWC, et al. Acute intraoperative rock-hard eye syndrome and its management. *J Cataract Refract Surg* 2014;40(5):799-804
- 4 Mackool RJ. Infusion misdirection syndrome. *J Cataract Refract Surg* 1993;19(5):671-672
- 5 Olson RJ, Younger KM, Crandall AS, et al. Subcapsular fluid entrapment in extracapsular cataract surgery. *Ophthalmic Surg* 1994;25(10):688-689
- 6 Grzybowski A, Kanclerz P. Acute and chronic fluid misdirection syndrome: pathophysiology and treatment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018;256(1):135-154
- 7 Grzybowski A, Kanclerz P. Optical coherence tomography confirms the pathomechanism of acute fluid misdirection syndrome. *J Cataract Refract Surg* 2020;46(2):329
- 8 喻磊, 李兴育, 王从毅. 超声乳化术中灌注液迷流综合征表现及治疗方法的临床观察. *国际眼科杂志* 2011;11(3):469-470
- 9 邹贺, 窦莹, 何艳慧, 等. 年龄相关性白内障超声乳化术中房水迷流综合征5例临床分析. *中国实验诊断学* 2020;24(12):2050-2051
- 10 金玲艳, 张龄洁, 段宏辉, 等. 灌注液错流综合征的术中鉴别与处理. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2014;16(8):504-507
- 11 Kawasaki S, Suzuki T, Yamaguchi M, et al. Disruption of the posterior chamber - anterior hyaloid membrane barrier during phacoemulsification and aspiration as revealed by contrast - enhanced magnetic resonance imaging. *Arch Ophthalmol* 2009;127(4):465-470
- 12 Kawasaki S, Tasaka Y, Suzuki T, et al. Influence of elevated intraocular pressure on the posterior chamber - anterior hyaloid membrane barrier during cataract operations. *Arch Ophthalmol* 2011; 129(6):751-757
- 13 Khng C, Packer M, Fine IH, et al. Intraocular pressure during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2006;32(2):301-308
- 14 Koplun RS, Ritterband DC, Dodick JM, et al. Un toward events associated with aberrant fluid infusion during cataract surgery: laboratory study with corroborative clinical observations. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(8):1135-1140
- 15 杜珊珊, 张凤妍, 祁颖. 青光眼白内障联合手术灌注液迷流综合征的处理. *中华眼外伤职业眼病杂志* 2018;40(9):656-658
- 16 黄丹, 吕华毅, 朱超, 等. 年龄相关性白内障超声乳化术中灌注液迷流综合征1例. *中国实验诊断学* 2019;23(6):1086-1087
- 17 季迅达, 郑岩, 赵培泉. 25-G微创干性前段玻璃体切割处理白内障超声乳化术中灌注液错流综合征1例. *中华眼视光学与视觉科学杂志* 2011;13(4):316
- 18 张建辉, 林力平, 林青霞. Centurion 超声乳化玻璃体切割系统对青光眼白内障联合术中房水迷流的作用. *眼科新进展* 2020;40(1):79-82
- 19 Xu R, Cao DM, Jiao Y, et al. Intraoperative malignant glaucoma during femtosecond laser - assisted cataract surgery: A case report. *Medicine (Baltimore)* 2022;101(25):e29250
- 20 袁久民, 赵斌, 张佐红, 等. 后房玻璃体中央管穿刺在灌注液迷

- 流综合征中的应用. 中国实用眼科杂志 2013;31(7):908-911
- 21 潘伟华, 张琦. 玻璃体腔液体抽吸术治疗白内障超声乳化术中灌注液逆流综合征疗效的临床分析. 2011年浙江省眼科学术会议论文集 2011;143-144
- 22 蔡小军, 叶琳, 李道全. 超声乳化术中高眼压征. 中国实用眼科杂志 2003;3:235
- 23 Antisimova NS, Arbisser LB, Shilova NF, *et al.* Anterior vitreous detachment: risk factor for intraoperative complications during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 2020;46(1):55-62
- 24 Kam AW, Chen TS, Wang SB, *et al.* Materials in the vitreous during cataract surgery: nature and incidence, with two cases of histological confirmation. *Clin Exp Ophthalmol* 2016;44(9):797-802
- 25 Flores Márquez A, Urbinati F, Rocha - de - Lossada C, *et al.* Management of suprachoroidal hemorrhage during phacoemulsification: a comprehensive review. *Medicina* 2023;59(3):583
- 26 Okubo A, Nakagawa S, Ogawa S, *et al.* Anterior chamber shallowing from the early stage of surgery and suprachoroidal effusion during clear corneal small - incision cataract surgery: a case report. *Case Rep Ophthalmol* 2022;13(2):483-489
- 27 Mackool R. Infusion misdirection syndrome: preventive and management strategies. *J Cataract Refract Surg* 2020;46(11):1579
- 28 Vélez M, Velásquez LF, Rojas S, *et al.* Capsular block syndrome: a case report and literature review. *Clin Ophthalmol* 2014;8:1507-1513
- 29 陈孝霞, 缪羚, 王诗园, 等. 白内障超声乳化术中液体返流综合征 2 例. 中国眼耳鼻喉科杂志 2017;17(1):61-61, 63
- 30 江琳, 刘杰为, 柴飞燕, 等. 灌注液逆流综合征的表现和治疗的临床观察. 中华眼外伤职业眼病杂志 2018;40(6):415-418
- 31 刘梅莹, 李晓凤. 白内障超声乳化术中高眼压的处理及原因分析. 国际眼科杂志 2012;12(9):1767-1768
- 32 李兴育, 马千丽, 杨新光, 等. 经睫状体平坦部穿刺抽吸玻璃体液在眼前节内眼术中突发玻璃体正性压力下应用. 中国实用眼科杂志 2013;31(6):742-744
- 33 Nossair AA, Ewais WA, Ali LS. Retrospective study of vitreous tap technique using needle aspiration for management of shallow anterior chamber during phacoemulsification. *J Ophthalmol* 2017;2017:2801025
- 34 Kang MJ, Hwang JH, Lee JH, *et al.* Massive serous retinal detachment and acute intraoperative rock - hard eye syndrome after cataract surgery: a case report. *Korean J Ophthalmol* 2022;36(1):83-85
- 35 李月华, 卢弘, 张孝生, 等. 白内障术中突发高眼压的应急处理措施. 眼科新进展 2010;30(3):262-264
- 36 Bitrian E, Caprioli J. Pars Plana anterior vitrectomy, hyaloido - zonulectomy, and iridectomy for aqueous humor misdirection. *Am J Ophthalmol* 2010;150(1):82-87. e1
- 37 陈晓莉, 宾莉, 徐智科. 个性化方案治疗恶性青光眼的疗效分析. 国际眼科杂志 2020;20(2):3
- 38 Masuda Y, Iwaki H, Kato N, *et al.* Irrigation dynamic pressure - assisted hydrodissection during cataract surgery. *Clin Ophthalmol* 2017;11:323-328
- 39 Kato N, Masuda Y, Oki K, *et al.* Influence of irrigation dynamic pressure - assisted hydrodissection on intraocular pressure and the posterior chamber - anterior hyaloid membrane barrier during cataract surgery. *Jpn J Ophthalmol* 2019;63(2):221-228
- 40 Xiang XL, Chen YA, Wang JY, *et al.* Vitreous decompression combined with phacoemulsification for medically unresponsive acute angle closure. *J Ophthalmol* 2021;2021:5528281
- 41 Silva Cayatopa F, González Méndez AL, Barrientos Ortiz R, *et al.* Central pars Plana vitrectomy + phacoemulsification + intraocular lens implantation in patients with small eyes, cataract, and narrow anterior chambers. *Clin Ophthalmol* 2021;15:4181-4187
- 42 Grzybowski A, Prasad S. Acute aqueous misdirection syndrome: Pathophysiology and management. *J Cataract Refract Surg* 2014;40(12):2167
- 43 Chean CS, Gabadage D, Mukherji S. Aqueous misdirection syndrome masking as myopic surprise following phacoemulsification surgery. *BMJ Case Rep* 2021;14(12):e242777