

• 综述 •

# 囊袋张力环在假性剥脱综合征白内障术中应用的研究进展

刘晓静<sup>1</sup>, 张越<sup>2</sup>(综述), 许衍辉<sup>2</sup>, 陈志敏<sup>2</sup>(审校)

(1.河北医科大学眼科学教研室,河北石家庄 050017;2.河北省眼科医院白内障科,河北邢台 054001)

**[摘要]** 囊袋张力环作为一种独立于人工晶状体的囊袋内植入物,在临床上广泛应用于白内障手术存在悬韧带异常的患者。它具有维持囊袋轮廓、避免玻璃体脱出、防止人工晶状体偏心以及抑制晶状体上皮细胞移行至后囊等作用。假性剥脱综合征具有悬韧带张力降低和瞳孔扩张不全的解剖特征,这类患者白内障术后容易出现囊袋收缩以及人工晶状体的偏心、移位等并发症,因此,囊袋张力环在此类患者中的应用越来越普遍。本文就囊袋张力环在假性剥脱综合征白内障术中的应用、植入时机和并发症进行概述。

**[关键词]** 假性剥脱综合征;白内障;囊袋张力环

doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2024.02.022

**[中图分类号]** R776.1

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1007-3205(2024)02-0246-04

囊袋张力环(capsular tension ring,CTR)是白内障手术中的一个重要辅助工具,其作用是在晶状体赤道部通过拉伸囊膜来支撑囊袋,对抗囊袋的收缩,稳定悬韧带松弛区域,减少人工晶状体(intraocular lens,IOL)的偏心、倾斜以及后囊膜混浊(posterior capsular opacification,PCO)等并发症。由于假性剥脱综合征(pseudoexfoliation syndrome,PEX)患者具有悬韧带松弛和瞳孔扩张不全的解剖特征,越来越多的临床医生选择将CTR应用于PEX白内障患者中。本文就CTR在PEX白内障术中的应用进展进行总结。

## 1 PEX白内障的临床特点

近50%的慢性青光眼患者的瞳孔缘有灰白色或蓝色碎屑样物质沉着<sup>[1]</sup>,这些沉着物来源于晶状体囊膜,有了“PEX”这个术语,观察到假性剥脱性物质在晶状体囊膜和睫状体上的沉积。PEX是一种以纤维状剥脱物广泛沉积于眼部及全身其他组织为特征的年龄相关性疾病。据报道,PEX有明显的地域性分布特征,在欧洲的挪威、英国、德国等国家以及中国新疆维吾尔自治区喀什及和田地区高发。PEX的发病率随着年龄增加而增加,据流行病学研

究表明,PEX在60岁以上患者中更为常见<sup>[2]</sup>。尽管PEX的确切病因和发病机制尚未完全阐明,但其发病机制中存在多种因素的作用。地理和环境因素以及遗传易感性可能解释了该病在世界各地的不同流行程度<sup>[3]</sup>。

PEX患者最初可表现为单侧或双侧病变,单侧病变常随时间发展为双侧病变。临床诊断为“单侧”病例的对侧眼几乎无一例外地显示结膜中假性剥脱性物质沉积的显微镜证据。因此,大多数PEX病例可能是双侧的,疾病的临床表现不对称<sup>[4]</sup>。灰白色物质沉积在晶状体前囊表面是PEX重要诊断体征,此外剥脱物质广泛分布于虹膜、瞳孔缘、角膜内皮、晶状体悬韧带等部位,在前房角结构以及玻璃体的前部也发现了假性剥脱性物质的沉积物<sup>[5]</sup>。Mastronikolis等<sup>[6]</sup>研究结果证实,剥脱物是由糖蛋白和蛋白多聚糖围绕蛋白质核心构成的复杂复合糖和糖胺聚糖,其中包括硫酸乙酰肝素蛋白多糖、硫酸软骨素、硫酸皮肤素、透明质酸。这种异常蛋白质也可阻塞小梁网,引起小梁网功能减退,眼压升高,导致剥脱性青光眼。

目前已经证实PEX是发生白内障的高危因素,部分PEX可伴有眼压升高、引起囊膜剥脱性青光眼。PEX白内障(pseudoexfoliative cataract,PEXC)患者因剥脱物沉积导致瞳孔僵硬不易散大,病变累及悬韧带后,悬韧带松弛,引起晶状体不全脱位等相关的解剖改变。瞳孔扩张不良和悬韧带松弛的同时存在增加了术中并发症的风险。PEX通常在晚期被发现,这是由于该病的病程长时间处于亚

[收稿日期]2023-02-03

[基金项目]河北省重点研发计划项目(19277103D);邢台市重点研发计划项目(2022zz073)

[作者简介]刘晓静(1998-),女,山东潍坊人,河北省医科大学医学硕士研究生,从事白内障临床研究。

临床,眼部受累和视力丧失的程度通常是不对称的,但单侧少见<sup>[4]</sup>。因此 PEXC 在术中出现悬韧带断裂、晶状体后囊破裂以及玻璃体脱出等并发症,远期更容易发生 PCO、IOL 偏位、前囊收缩或纤维化等<sup>[7]</sup>。其中 PCO 和前囊收缩的增加会影响人工晶体的轴向稳定性,甚至引起术后人工晶体倾斜、偏心,前房深度改变,甚至出现 IOL 囊袋复合体脱位。在水平倾斜方面,有 PEX 眼与无 PEX 眼差异有统计学意义<sup>[8]</sup>。提示 PEXC 患者晚期具有更高的 IOL 脱位风险。尽管常规白内障手术技术已经非常成熟,但因为悬韧带进行性松弛,瞳孔扩张受限等因素的作用,PEXC 对外科医生来说仍是一个挑战,此类白内障患者发生玻璃体脱出的风险较单纯白内障患者高出数倍。

## 2 CTR 的发展和應用

最初研制 CTR 的目的是设计一种手术器械来维持囊袋的圆形轮廓。当 CTR 插入囊袋时,它拉伸囊赤道,并将力平均分布在所有带上<sup>[9]</sup>。如今这种简单的创新装置演变出多种变体,且应用非常广泛。CTR 是一种开放式的、灵活的马蹄形聚甲基丙烯酸甲酯材料,两端有两个小孔。CTR 植入术的适应证包括外伤后的悬韧带断裂和无明显原因的悬韧带松弛,如过熟期白内障、高度近视、马凡综合征、PEXC 和玻璃体切除术后长期硅油填充等<sup>[10]</sup>。CTR 在白内障手术中通过晶状体连续环形撕囊口植入,可以全程支撑囊袋,达到稳定 IOL 的作用。目前 CTR 已经广泛被应用于各种复杂白内障手术,临床上也有多种型号的 CTR 可供选择,可以根据囊袋直径,眼轴长短,前房深度等来合理选择合适大小的 CTR。

## 3 PEXC 应用 CTR 的适应证和手术时机

近年来 CTR 已被广泛应用于临床,任何原因导致的悬韧带松弛及不超过 120° 的悬韧带断裂均属于 CTR 植入的指征。由于 PEX 的假性剥脱性物质沉积在晶状体和虹膜表面,虹膜血管系统和房水屏障的改变可能会影响房水的成分,进而影响晶状体代谢,导致白内障的形成,引起悬韧带张力降低和瞳孔扩张不良,以上因素均会对白内障手术的操作造成一定困难<sup>[11]</sup>。PEXC 患者在囊袋内植入 IOL 占比 86.5%,使用 CTR 能够增加后房型 IOL 的植入率,这通常与更好的视觉质量有关。CTR 的选择取决于囊袋不稳定的原因,以及术者的习惯和选择的偏好,因此,对于 PEXC 植入 CTR 的适应证尚无确

切的定论<sup>[12]</sup>。在合并悬韧带松弛的白内障中,CTR 可以防止明显的 IOL 偏心、倾斜和严重的前囊收缩,并可能减少对屈光预测的误差,从而证明了 CTR 的安全性和有效性。尽管对此类患者采用了 CTR,但早期报道指出术后可能发生的囊袋收缩综合征和假性脱落也是晚期囊袋内 IOL 脱位的主要危险因素<sup>[13]</sup>。综合目前的临床研究,将晶状体囊袋的直径作为 PEXC 术中 CTR 选择的标准可能更为客观、准确,但 CTR 具体的植入型号选择,还需要大量的临床试验进一步证实。

PEXC 的脱落物质黏附在虹膜色素上皮和晶状体前囊上,可引起瞳孔运动的机械性限制。这些因素可导致术中前囊连续环形撕囊比预期更小,手术难度增加,使已经变弱的悬韧带更容易受到眼内操作的影响<sup>[14]</sup>。手术中的主要困难是由于虹膜括约肌受累导致瞳孔僵硬和纤维化,无法确保瞳孔在整个手术过程中充分散大。因此首选术中使用充足的黏弹剂,既可以使瞳孔扩大又可以保护角膜,减少因超声乳化能量而造成的角膜内皮细胞的流失。对于术前散瞳药不能充分散开瞳孔的患者,建议使用虹膜拉钩进行机械性拉伸。由于悬韧带张力减弱,晶状体囊膜表面的张力分布不均匀,因此在撕囊时,建议选用一根尖端弯曲的 2 mL 注射器针头帮助完成最初的前囊膜切开,再用撕囊镊进行连续环形撕囊,这种方法对囊袋施加压力最小,防止进一步造成悬韧带的断裂和损伤。最后,术中 CTR 植入的时机极为重要。由于 PEXC 患者的悬韧带张力降低,在超声乳化吸除晶状体后植入 CTR,容易进一步损伤悬韧带,甚至会造成囊膜的破裂和 IOL 移位。因此,经研究表明,进行水分离后植入 CTR 更为安全,并且应该将 CTR 插入到晶状体囊袋的下方,而不是插入浅表皮层纤维之间。除了细致的皮质水分离外,沿着 CTR 的路径注射黏弹剂可能有助于将晶状体囊膜与皮质分离。此外,放射状前囊膜或后囊膜撕裂是 CTR 植入术的禁忌证。

## 4 PEXC 应用 CTR 的作用

4.1 提高囊袋内植入 IOL 的比例 由于 PEXC 患者假性剥脱性物质沉积于大部分眼组织,引起了悬韧带张力的渐进性减弱,从而导致晶状体稳定性的丧失,因此,PEXC 更容易发生有临床意义的 IOL 倾斜和偏心<sup>[13]</sup>。CTR 植入术可以在超声乳化过程中稳定晶状体悬韧带,术后防止晶状体囊袋收缩、IOL 偏心和继发性纤维化,因此,在 PEXC 的患者中使用 CTR 目前已被证实能够增加 IOL 位置的稳

定性,减少术后 IOL 的偏心和倾斜。Moreno-Montañés 等<sup>[15]</sup>进行的为期 4 年的临床研究中指出在 PEX 患者中植入 CTR,术后出现后发性白内障的数量减少,且未发现 IOL 脱位的病例,提高了囊袋内植入 IOL 的比例。同时 Tanhehco 等<sup>[16]</sup>的病例对照研究也显示,PEXC 患者在植入 CTR 组和对照组对比,IOL 在囊袋内固定率(94.9% vs. 79.5%,  $P=0.01$ )较高。由于 CTR 可以撑开囊袋、减少前囊收缩,因此可能有助于预防有轻微悬韧带松弛或断裂的 IOL 脱位,但对于悬韧带断裂超过 180° 的 PEXC 患者,单纯植入 CTR 并不能有效地维持囊袋和 IOL 的有效位置,需进行 CTR 植入联合张力环睫状沟缝线固定术<sup>[17-18]</sup>。因此,此类患者尽管植入 CTR,但术后仍随时可能发生 IOL 脱位。临床上一旦观察到前囊口进行性缩小,建议立即进行 Nd:YAG 激光或手术切开前囊。

**4.2 降低 PCO 发生率** 后囊膜混浊是白内障患者术后最常见的并发症之一,研究表明术后残留的晶状体上皮细胞(lens epithelial cells, LEC)增殖,向后囊膜中央迁移和纤维化是其主要病因<sup>[19]</sup>。根据多项研究表明,房水屏障的破坏可能是 PEX 眼 PCO 风险增加的原因。CTR 植入能保持晶状体囊袋的圆形轮廓,在整个手术过程中稳定晶状体囊膜,从而最大限度地减少术中潜在的并发症。易允姊<sup>[20]</sup>研究证实,在白内障术中将 CTR 植入晶状体赤道部,可以将晶状体的前、后囊机械性地隔离开来,抑制残留的 LEC 向后囊膜迁移;其次,CTR 可以将后囊膜充分撑开、摊平,减少后囊膜的褶皱,缩小后囊膜与 IOL 之间距离,使二者更紧密相贴,从而降低 PCO 的发生率。

**4.3 对抗囊袋收缩** CTR 最初的设计目的是通过拉伸囊膜来支撑囊袋,减少白内障术后囊袋收缩,目前其作用在临床应用中已得到证实。Kandemir Besek 等<sup>[21]</sup>对有悬韧带异常的 PEXC 患者进行术中植入 CTR 的相关研究,CTR 或改良 CTR 植入术的优点是使囊袋受到的不均匀张力重新分配,如刻槽时把压力分布到悬韧带较强的区域,使超声乳化手术得以安全实施,对于悬韧带广泛松弛患者其既可维持囊袋的轮廓,产生向外周扩张的张力,对抗囊袋收缩产生的向心性牵引力,有助于术后保持 IOL 位置的长期稳定,同时也有一定的预防 PCO 的作用。

**4.4 对屈光结果的影响** CTR 作为白内障手术中的一个重要辅助工具,也要考虑到对手术后屈光度的影响,以便给患者带来更高的视觉质量。Belov

等<sup>[22]</sup>的研究显示,在 CTR 的辅助下植入 IOL 会导致 IOL 在术后囊袋内向后移动,前房深度变宽,导致轻度远视移位。然而 Tekcan 等<sup>[23]</sup>在其病例对照研究中认为术后屈光预测误差与 CTR 之间差异无统计学意义。同样,Malekahmadi 等<sup>[24]</sup>的临床研究中,植入 CTR 组相比对照组在 PEX 综合征患者中没有诱导出更高的远视或近视转移,并指出在 CTR 植入中,可能不需要计算改良 IOL,但是本研究也存在一定的局限性,就调查样本量而言,随访时间较短,因此还需要更大样本量和更长随访时间的研究予以证实。目前虽然 CTR 的使用已被证明是安全的,但其在 PEX 病例中对术后屈光预测准确性仍不确定。

**4.5 CTR 植入术后并发症** 随着 CTR 的广泛应用,相应出现的一系列并发症也值得重视。一是术中要警惕因 CTR 植入不当而引发的悬韧带离断、后囊破裂、玻璃体脱出,甚至晶状体掉入玻璃体腔<sup>[10]</sup>。Celik 等<sup>[25]</sup>的回顾性研究发现,在植入 CTR 的 4 316 例患者中仅有 2 眼在术中发生了后囊膜撕裂,但囊撕裂未见扩大,成功在囊袋内植入 IOL,这可能是由于在 CTR 植入过程中操作不当引起的。二是术前检查是提高 CTR 植入成功率的关键,术前应仔细检查是否存在前房玻璃体疝、假性脱落和其他原因引起的悬韧带断裂。三是术中保持前房深度和避免囊袋损伤是晶状体取出后植入 CTR 成功与否的关键。因此,在植入 CTR 时,建议使用黏弹剂充分充盈囊袋并预留足够的前房空间,由此来增加 CTR 植入的安全性,减少术中并发症。

综上所述,PEX 患者由于纤维状物质的沉积,造成悬韧带张力降低和瞳孔扩张不全,引起一系列术中术后并发症的出现。CTR 的植入可以稳定囊袋,提高 IOL 在囊袋内的植入率;对抗悬韧带断裂引起的囊袋张力分布不均匀,减少囊袋的收缩;构成机械屏障,降低 PCO 的发生率。但是目前 PEXC 患者植入 CTR 术后屈光预测误差和术后并发症等方面的研究,还需要长期随访和大量样本进一步研究。

#### [参考文献]

- [1] Detorakis ET, Bontzos G, Drakonaki EE, et al. Changes in peri-ocular anatomy and physiology in pseudoexfoliation syndrome (Review)[J]. *Exp Ther Med*, 2021, 21(6): 650.
- [2] 高玮,景清荷,艾力亚尔·艾尔肯,等.晶状体上皮细胞增殖或凋亡功能在假性囊膜剥脱综合征性白内障患者中的应用研究[J]. *中国医学创新*, 2020, 17(26): 135-139.
- [3] Nobl M, Mackert M. Pseudoexfoliation syndrome and