

上斜肌手术的发展历史

吴联群, 赵晨[△]

复旦大学附属耳鼻喉科医院 眼科 国家卫生健康委员会/中国医学科学院近视眼重点实验室
上海视觉损害和重建重点实验室(上海 200031)

【摘要】 上斜肌是眼外肌中走行最长, 功能最复杂的眼外肌。在斜视领域, 上斜肌手术是最复杂、难度最大的手术。本文重点回顾上斜肌手术的发展历史, 包括上斜肌减弱手术和上斜肌加强手术, 探讨各类上斜肌手术的优缺点和适应症, 加强眼科同行对上斜肌手术的全面了解, 有利于合理选择和开展上斜肌手术。

【关键词】 上斜肌 上斜肌减弱术 上斜肌加强术

History of Superior Oblique Muscle Surgery WU Lian-qun, ZHAO Chen[△]. Eye Institute and Department of Ophthalmology, Eye & ENT Hospital, Fudan University and Shanghai Key Laboratory of Visual Impairment and Restoration, Key Laboratory of Myopia of the National Health Commission of China and the Chinese Academy of Medical Sciences, Shanghai 200031, China

[△] Corresponding author, E-mail: dr_zhaochen@fudan.edu.cn

【Abstract】 The superior oblique muscle has the longest tendon among the six extraocular muscles and serves complex functions. Surgery on the superior oblique muscle is considered the most complicated and difficult procedure in the field of strabismus. This article focuses on the history of superior oblique muscle surgeries, including superior oblique weakening procedure and superior oblique strengthening procedure. We discussed the advantages, disadvantages, and indications of each type of surgery, providing colleagues in the field of ophthalmology with a comprehensive understanding of superior oblique muscle surgery and facilitating the carefully weighed decision to choose and perform the procedure.

【Key words】 Superior oblique muscle Superior oblique weakening procedure Superior oblique strengthening procedure

上斜肌是人眼六条眼外肌中走行最长最复杂的眼外肌, 具有内旋、下转和外转的生理功能。由于上斜肌大部分走行位于眼眶深部且附着于眼球赤道后, 上斜肌手术曾被认为是禁忌。自二十世纪三四十年代以来, 伴随着人们对上斜肌解剖和生理功能的逐步认识, 上斜肌手术得到了不断的发展, 技术的改进带来了更为满意的手术疗效和更少的临床并发症。本文旨在对上斜肌减弱术和上斜肌加强术的发展历史作总结梳理, 供斜视领域的眼科同行全面了解上斜肌手术, 有利于上斜肌手术的合理选择和顺利开展。

1 上斜肌的解剖

上斜肌起源于总腱环旁蝶骨体的骨膜, 经由眶上壁向前, 到达眶内上缘的滑车, 上斜肌穿过滑车后向后反折, 形成反折腱, 经过上直肌下方, 向颞侧和后方行走, 到达眼球赤道部的后方, 附着于眼球外上象限的巩膜处。从滑车前10 mm到上斜肌止端, 上斜肌均为肌腱组织。上斜肌肌腱由平行肌腱纤维组成, 呈珍珠白色、有光泽的外观。上斜肌止端的解剖变异较大。正常情况下, 上斜

肌止端的前角在上直肌颞侧止端后3~4.5 mm, 呈扇形向后展开, 后部距离视神经仅6 mm, 所以在上斜肌止端附近钩取肌腱后缘时需非常小心, 避免盲目钩取损伤视神经。

2 上斜肌减弱术

上斜肌减弱术用于减弱功能亢进的上斜肌, 适用于多种斜视, 包括上斜肌功能亢进合并A型斜视、上斜肌功能亢进合并内旋斜视、Helmholtz综合征以及Brown综合征等。

上斜肌减弱术种类繁多, 根据减弱的肌腱和生理功能, 可以分为整体减弱术和选择性减弱术。整体减弱术同时减弱了上斜肌的内旋、下转和外转的功能, 包括不可控术式(例如: 上斜肌断腱术、上斜肌肌腱切除术)和分级可控术式(例如: 上斜肌肌腱延长术、上斜肌肌腱后徙术)。选择性减弱术可分为上斜肌后部肌腱切除术、上斜肌后部断腱术和上斜肌前部肌腱切除术等。每种术式都具有一定的适应症和优缺点, 分别介绍如下。

2.1 上斜肌断腱术

上斜肌断腱术由BERKE^[1]在1946年提出, 在此之前, 上斜肌手术是极具争议的; BONNET将该手术用于治疗

[△] 通信作者, E-mail: dr_zhaochen@fudan.edu.cn

近视; VON GRAEFE 不提倡斜肌手术; WILDER 报道了一种经皮肤切口暴露和切断上斜肌的术式,并在尸体上尝试过经结膜切口的上斜肌断腱术; SPAETH 和 PETER 采用了和 WILDER 一样的经皮术式,并认为该手术存在很多问题,不在特殊情况下不要进行该术式; DUANE 提到可以通过额部皮肤切口进行上斜肌断腱术^[1]。DUNNINGTON 表达了当时大多数眼科医生的共识,认为上斜肌断腱术是禁忌^[1]。据记载,当时针对上斜视合并上斜肌功能亢进的病例,提倡处理对侧下直肌、同侧下斜肌或者同侧上直肌,而仅有 HUGHES 和 BOGART^[2] 提倡上斜肌减弱术,并于 1942 年提出上斜肌滑车后徙术,该术式经皮切口,剥离滑车处骨膜,游离滑车组织,手术难度大,且疗效并不确切。

直至 BERKE^[1] 提出经鼻侧球结膜切口进行上斜肌断腱术,大幅简化了手术步骤和降低了手术难度,上斜肌减弱术才得以逐步被推广和应用于上斜肌功能亢进的处理。BERKE 认为此术式无需暴露上直肌止端;在上直肌鼻侧上斜肌反转腱相对靠前,为 6~7 mm 的束状,容易钩全;此处没有动脉、静脉或者其它重要组织结构。相对而言,上斜肌止端断腱术较为困难且疗效不确切,原因在于不能确定是否钩全和切断所有的肌腱纤维^[1]。同时, BERKE 也指出鼻侧上斜肌断腱术主要的难点在于不确定是否钩取到的组织为上斜肌反转腱,此时可以通过牵拉试验予以确认,即将食指按在滑车处,拉动斜视钩,如果钩取的组织为上斜肌反转腱或者腱鞘,食指能够感受到一条绳索状的组织从滑车延伸到斜视钩,则为牵拉试验阳性。

即便如此,经鼻侧球结膜切口钩取上斜肌肌腱仍有一定难度。1970 年, GOLDSTEIN^[3] 提出了经颞侧球结膜切口的颞侧上斜肌断腱术,这是一个更为简单可靠的术式。但是,颞侧上斜肌断腱术疗效弱于鼻侧上斜肌断腱术。PARKS 等^[4] 在此基础上做了改进,设计了经颞侧球结膜切口的鼻侧上斜肌断腱术,不仅确保了鼻侧断腱术的效果,同时简化和降低了手术难度,减少了手术并发症。

总之,上斜肌断腱术操作相对简单,效果强,但是术后并发症较多且难以处理。上斜肌断腱术后继发上斜肌功能不足和下转功能受限的比例较高,例如 Brown 综合征术后继发上斜肌功能不足的比例高达 75%~82%^[5-7]。此外,再次手术无法找到肌腱断端,手术不可逆,因此需严格掌握手术适应症。PARKS 认为,对于具有双眼单视功能的病例,上斜肌断腱术是禁忌,以免术后眼球外旋发生旋转性复视^[8]。赵堪兴^[8] 认为上斜肌断腱术适用于无双眼单视功能,且上斜肌亢进达到或超过 +2 的患者(在上斜肌

功能位检查,垂直斜视度为 10°)。

2.2 上斜肌后徙术/悬吊后徙术

上斜肌后徙的概念最早起源于 HUGHES 和 BOGART^[2] 在 1942 年提出的上斜肌滑车后徙术。1946 年, FOSTER^[9] 报道了 1 例上斜肌后徙术,需要在离断上直肌后进行操作。1970 年, CIANCIA 和 PRIETO-DIAZ^[10] 报道了不需要离断上直肌的上斜肌后徙术,将上斜肌肌腱重新固定于上直肌鼻侧止端后 1 mm,鼻侧 2 mm,相当于上斜肌后徙 10 mm。由于新的上斜肌止端位于赤道前,术后出现了明显的下转和外转受限,以及极度下转时的过度集合。为了避免此类并发症,有学者提出改良的上斜肌转位后徙术,将上斜肌新的止端设定在赤道部,角膜缘后 12 mm,上直肌鼻侧 4 mm 位置,取得了满意的临床效果^[11]。

PRIETO-DIAZ 在 1986 年描述了上斜肌悬吊后徙术,该手术在上直肌颞侧钩取上斜肌肌腱,在止端作预置缝线后离断上斜肌止端,将两端缝线分别固定于止端处巩膜并打结,缝线长度即为后徙量,但是作者没有报道术后随访的疗效^[11]。LI 等^[12] 报道了双侧上斜肌悬吊后徙术矫正 A 型斜视合并双眼上斜肌功能亢进的手术效果,31 例患者 A 征从术前 (27.58 ± 11.47) PD 下降至术后 (3.48 ± 3.70) PD [校正量为 (24.10 ± 10.32) PD],上斜肌功能亢进分级从术前平均 +3.05 ± 0.80 下降至术后平均 +0.42 ± 0.50,内旋的平均校正量为 4.91° ± 4.53°,疗效令人满意。

上斜肌后徙术/悬吊后徙术具有定量、可分级、可调整的优点,手术可逆,但是该术式从上斜肌止端离断上斜肌,破坏了上斜肌扇形止端的生理功能。

2.3 上斜肌肌腱延长术

2.3.1 上斜肌肌腱 Z 型切开术

上斜肌肌腱 Z 型切开术指在上斜肌肌腱的两侧边缘部分切开,利用肌腱自身的张力产生收缩,将切口拉开,使肌腱延长,张力减弱。肌腱延长的程度与切口的长度和数目有关。1965 年, JAMPOLSKY^[13] 描述了上斜肌肌腱 Z 型切开术。BROOKS 等^[14] 报道了上斜肌肌腱 Z 型切开术治疗 A 型斜视的疗效,研究共纳入 20 例轻度至中度上斜肌功能亢进 (+2 ~ +3) 的患者,术前 A 征值为 10^Δ ~ 40^Δ,术后平均 A 征校正量为 16^Δ,A 征矫正成功率为 78%,上斜肌功能亢进矫正成功率为 90%,作者提出上斜肌肌腱 Z 型切开术可以有效治疗 A 型斜视和上斜肌功能亢进。但是,该术式毕竟是一个相对定量的手术,Z 型切开所产生的生物力学效果并不清楚。为此, SHIN 等^[15] 进行了体外生物力学实验,在模拟生理温度和湿度条件下,将新鲜的牛上斜肌肌腱裁成 20 mm × 10 mm 大小,加持在微张力传感器下进行生物力学测量,结果显示,当上斜肌肌腱 Z 型切开在 50% 以下时,

肌腱张力随切开比例增加而下降;上斜肌肌腱Z型切开达50%以上时,其疗效等同于上斜肌断腱术。

2.3.2 上斜肌肌腱劈开延长术 GRAWFORD^[5]在1976年提出上斜肌肌腱劈开延长术治疗Brown综合征,指在上斜肌肌腱中间劈开一段长度,在劈开的两端分别从两侧边缘剪断肌腱,再将切断的两个断端联接在一起,劈开肌腱的长度即为肌腱延长的长度。该术式的优点为可以分级定量延长肌腱,并且不用外来替代物,但是需要一定的手术技巧。上斜肌肌腱劈开延长术在A征^[16-18]和Brown综合征^[5,19-21]的治疗中获得了良好的手术疗效。ALHAMZAH等^[20]报道采用上斜肌肌腱劈开延长术治疗了18例20眼Brown综合征,患眼内收上转不足从术前的平均 -3.60 ± 0.58 改善至术后的平均 -0.75 ± 1.25 ,并发症主要为术后1例出现血肿,1例需要再次手术,2例出现过矫。

2.3.3 上斜肌肌腱硅胶延长术 上斜肌肌腱硅胶延长术由WRIGHT^[22]提出,该手术在上直肌鼻侧钩取上斜肌肌腱,分别用2根5-0聚酯纤维线做预置缝线后剪断上斜肌肌腱,在中间置入一段240号硅胶带或者40号硅胶环扎带。在Brown综合征中,上斜肌肌腱硅胶延长术显示了良好的手术疗效,与上斜肌断腱术/肌腱切除术相比^[6,23],大大降低了医源性上斜肌功能不足和再次手术率^[24]。YU等^[25]比较了上斜肌断腱术、上斜肌悬吊后徙术和上斜肌肌腱硅胶延长术这3种术式矫正A型斜视的疗效,每组各8例,术前3组的A征分别为 $19.33^{\Delta} \pm 3.53^{\Delta}$ 、 $15.71^{\Delta} \pm 1.11^{\Delta}$ 和 $14.62^{\Delta} \pm 1.18^{\Delta}$,术后A征分别为 $4.67^{\Delta} \pm 0.67^{\Delta}$ 、 $6.29^{\Delta} \pm 1.48^{\Delta}$ 和 $4.38^{\Delta} \pm 1.03^{\Delta}$,3种术式矫正A型斜视的疗效差异均无统计学意义;3种术式在矫正内旋方面差异也无统计学意义。但是,该术式的缺点也显而易见,硅胶有可能会与巩膜以及周围组织产生粘连,导致术后下转受限^[26],以及与硅胶植入相关的异物反应、炎症、感染、硅胶脱出等。

2.3.4 鼻侧上斜肌肌腱缝线延长术 2001年报道的鼻侧上斜肌肌腱缝线延长术^[27]起源于“小鸡缝线”^[28],即Phillip Knapp在上斜肌的断端缝上黑色丝线作为标记,以便在再次手术时进行断端的探查和定位。DYER^[29]也建议在上斜肌断腱后的两端采用缝线联结,但并没有报道具体的手术方式和结果。SUH等^[27]采用5-0聚酯纤维缝线在上直肌鼻侧将上斜肌肌腱的两个断端联结,缝线的长度根据上斜肌亢进的程度和术中牵拉试验结果调整,实现了分级、可控、可逆的上斜肌减弱。在一项平均随访长达30个月的研究中,13例Brown综合征患者的内上转不足从术前平均 -3.5 降至 -0.4 ,30.7%(4/13)的患者术后出现过矫^[30]。另一项研究纳入25例Brown综合征患者,平均随访13.2个月,术后过矫率为20%^[31]。在矫正A型斜视和

Brown综合征方面,鼻侧上斜肌肌腱缝线延长术和上斜肌肌腱硅胶延长术具有相同的疗效,并且前者具有手术时间短、术后炎症反应轻等优点^[32],因此该术式在国内也得到了推广和应用^[33]。

2.3.5 颞侧上斜肌肌腱缝线延长术 2020年,WU等^[34]提出了颞侧上斜肌肌腱缝线延长术,在上直肌颞侧钩取上斜肌肌腱,充分分离上斜肌和上直肌之间的纤维组织,提起斜视钩,用5-0不可吸收聚酯纤维缝线来回作一针褥式缝合,缝线打结后剪断上斜肌肌腱,上斜肌离断的位置距离远端约6~8 mm,缝线的长度根据上斜肌亢进的程度和术中牵拉试验结果进行调整。该术式具有分级、可调整的特点,保留了上斜肌止端的生理功能,手术操作简单、省时、可逆。在外斜视三联征(Helveston综合征)患者中,作者采用一步三联手术策略,即同时进行双侧上斜肌减弱、双侧外直肌后徙和双侧上直肌后徙术,可以同时矫正A型外斜视、上斜肌功能亢进和分离性垂直斜视,与颞侧上斜肌断腱术相比,颞侧上斜肌肌腱缝线延长术具有相同的矫正A征和减弱上斜肌功能的疗效,并且具有更高的A征矫正成功率^[35]。此外,WU等^[34]观察发现外斜视三联征患者术后容易出现水平斜视“内漂移”现象,与术后上斜肌功能不足有关,该研究结果提示需采用分级、可控的上斜肌减弱术式,以及小角度水平斜视欠矫设计,以获得术后远期更稳定、更好的手术疗效。

此外,也有文献报道采用上斜肌肌腱阔筋膜延长术矫正上斜肌功能亢进^[36]、上斜肌同种异体跟腱移植矫正Brown综合征^[37],但因为组织来源、手术创伤等问题没有得到推广和应用。总之,上斜肌延长术在上斜肌减弱术中占据非常重要的地位,各种术式都具有可分级、可调整的共同特点以及各自的优缺点,术者可以根据病例特点结合自身的手术技术进行合理选择。

2.4 上斜肌后部肌腱切除术

基于FINK提出的上斜肌解剖结构,即上斜肌肌腱的前部纤维负责内旋,而中部和后部的纤维负责垂直运动^[38],PRIETO-DIAZ^[39]于1976年首次描述上斜肌后部肌腱切除术,该手术选择性地切除上斜肌后部肌腱,减弱上斜肌下转和外转功能,保留前部负责内旋的肌腱纤维,防止术后出现旋转斜视。上斜肌后部肌腱切除术的手术疗效弱于上斜肌止端断腱术^[11],所以该术式一般适用于轻中度上斜肌功能亢进、小至中等度数(小于25 PD)的A型斜视,以及有良好双眼单视功能的患者进行双侧上斜肌减弱术,避免术后出现上斜肌功能不足、旋转复视、歪头等并发症^[40-42]。也有学者报道在大于25 PD和小于25 PD的A型斜视病例中,上斜肌后部7/8肌腱切除10 mm能够获

得的手术成功率分别为86.7%和87.9%,认为该术式具有“自我校准”的疗效,即在较大角度的A型斜视中具有更大的A征矫正量^[43]。

2.5 上斜肌前部肌腱切除术

单纯内旋斜视相对少见,因此相关的手术治疗也少有报道。PRIETO-DIAZ^[44]在2001年首次提出上斜肌前部肌腱切除术,该术式选择性地减弱负责内旋的前部上斜肌肌腱,同时不影响上斜肌的下转和外转功能。ROIZEN等^[45]报道了5例内旋合并复视的患者,术前内旋为7.2°,上斜肌前部肌腱切除术后内旋矫正量为5.2°,5例患者中3例术后复视消失,没有出现垂直斜视、外旋等并发症。

3 上斜肌加强手术

与上斜肌减弱手术相比,上斜肌加强手术的选择相对有限,也可以分为整体加强术式和选择性加强术式。前者包括上斜肌折叠术、上斜肌前徙术,适用于先天性或后天性上斜肌麻痹合并垂直斜视、歪头,经牵拉试验证实存在明显上斜肌肌腱松弛的病例;后者包括上斜肌前部肌腱前徙术、上斜肌前部肌腱折叠术等,适用于单纯外旋斜视不合并垂直斜视的上斜肌麻痹病例,分别介绍如下。

3.1 上斜肌折叠术

1928年, BANISTER^[46]表示由于上下斜肌在眼眶深处并且附着于眼球赤道部附近,斜肌前徙或者折叠手术是不可能的。不久之后, WHEELER^[47]报道了一种上斜肌加强术,当时命名为上斜肌“前徙术”。有学者认为该术式不属于真正意义上的上斜肌前徙术,更准确而言属于上斜肌“折叠和中部肌腱前徙术”^[48]。术者在离断上直肌后,根据前徙量在距离上斜肌止端数毫米肌腱处,用双针缝线把中间1/3的肌腱缝合固定,然后将两端缝线固定于原止端颞侧后部的浅层巩膜,拉紧肌腱,缝线打结,实现上斜肌加强的目的。1946年, FOSTER^[49]报道了上斜肌肌腱“缩短手术(reefing procedure)”,将折叠的上斜肌肌腱固定于上斜肌止端。其后, MCLEAN^[48]对该术式进行了改良,通过上直肌颞侧钩取上斜肌,避免离断上直肌,并将折叠的上斜肌固定于止端附近的巩膜。MCLEAN认为由于麻痹的上斜肌肌腱菲薄,缝线很可能会发生撕脱而无法缝合,因此建议上斜肌加强手术采用上斜肌折叠而不是截除。但是, MCGUIRE^[49-50]报道采用上斜肌折叠术和上斜肌截除术都取得了手术成功,并且作者更倾向于上斜肌截除术,认为手术疗效更好,但是该术式并没有得到广泛推广。1966年, DYER^[51]详细描述了上斜肌折叠手术,他采用不可吸收的缝线,在上斜肌止端附近折叠并缝合上斜肌肌腱,这个手术方法沿用至今。

上斜肌折叠术具有可逆性(通过拆除不可吸收缝线),以及保留了上斜肌止端生理功能的优点。理论上,上斜肌折叠术折叠了上斜肌全部肌腱,等比例地增强了上斜肌的内旋、下转和外转这3种生理功能,适用于上斜肌存在明显松弛的病例。手术后有可能出现内上转受限,即上斜肌过度紧缩导致医源性Brown综合征^[47, 52],因此需要严格掌握手术适应症,同时术前术中均需进行牵拉试验,调整合适的肌腱折叠量,避免术后出现一系列并发症^[53]。也有学者观察到上斜肌折叠术术后远期效果回退或者复发,分析可能与缝线松脱有关^[54]。上斜肌折叠术不推荐在上直肌鼻侧进行,因为手术部位靠近滑车,更容易产生医源性Brown综合征^[55]。此外,上斜肌折叠术不适用于上斜肌止端附着异常引起的上斜肌功能不足,这种情况可以选择上斜肌前徙术。

3.2 上斜肌前徙术

上斜肌前徙术属于整体上斜肌加强术式,前文提到1935年WHEELER^[47]报道了上斜肌前徙术。此后, BARTLEY等^[56]也报道了非断腱非截除的上斜肌前徙术,并与调整缝线技术相结合。1999年, LUDWIG等^[54]在美国眼科年会上报道了离断上斜肌止端后进行的全肌腱上斜肌前徙术。2006年HOLMES等^[57]采用调整缝线技术,对该术式进行了改良。全肌腱上斜肌前徙术适用于外旋合并垂直斜视的病例。BATA等^[58]2017年报道了15例双侧第四颅神经麻痹患者进行可调整缝线双侧上斜肌前徙术,术后6周13例(87%)患者达到5°以内的外旋,14例(93%)患者达到2 PD以内的垂直斜视,手术疗效令人满意。

3.3 上斜肌前部肌腱前徙术

1964年HARADA和ITO^[59]报道了上斜肌前部肌腱前徙术(Harada-Ito手术),他们采用非断腱的方法将上斜肌前1/2肌腱用缝线环绕后,向前向外侧移位,缝合固定于外直肌上方止端后8 mm处巩膜,用于矫正单纯外旋斜视不合并垂直斜视的病例。通过拆除巩膜缝线, Harada-Ito手术在术后早期具有可逆性。1974年FELLS^[60]对该术式进行了改良,将上斜肌前1/2肌腱断腱后再向前和向外侧前徙。随后, METZ和LERNER^[61]在1981年提出了可调整缝线的Harada-Ito手术,实现了分级、可定量的矫正外旋斜视,消除旋转性复视。NISHIMURA等^[62]报道了可调整缝线的Harada-Ito术式术后长期随访结果,19例患者术后1年内随访外旋平均回退3.8°,因此作者建议术后早期过矫有利于远期手术疗效。

3.4 上斜肌前部肌腱折叠术

2015年,德国学者HOECKELE等^[63]报道了上斜肌前部肌腱折叠术,在不劈开上斜肌肌腱的情况下,采用5-

0聚酯纤维缝线选择性的折叠上斜肌前部肌腱。在他们的初步临床观察中纳入40例手术患者,术前平均外旋为 9° ,术后降至外旋 2° ;15例患者(38%)术后出现一过性Brown综合征,均自然消退,该术式作为Harada-Ito术式的一种替代方法,比经典的Harada-Ito术式更为简单有效。2018年,PINELES等^[64]报道了相似的临床结果,并且对手术步骤进行了改良,即在劈开上斜肌前部肌腱后再行折叠术,避免了术后一过性Brown综合征的出现,在平均(10±8)个月的随访期内,术后疗效保持稳定^[65]。

4 小结

历经七十余年,上斜肌手术获得了长足的进展,各类新技术的涌现推动上斜肌手术朝更为可控、更精准、更有效的方向发展。上斜肌手术在国内逐步开展,并且我国斜视领域专家在上斜肌手术的创新和应用方面做出了贡献。虽然如此,上斜肌手术仍然是斜视领域最为复杂、难度最大的手术,充分了解上斜肌的解剖以及手术发展史,熟悉各类手术方式的优缺点,对于掌握和开展上斜肌手术具有重要意义。

* * *

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] BERKE R N. Tenotomy of the superior oblique for hypertropia: Preliminary report. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 1946, 44: 304-342.
- [2] HUGHES W L, BOGART D W. Recession of the trochlea in overaction of the superior oblique. *Am J Ophthalmol*, 1942, 25(8): 911-915.
- [3] GOLDSTEIN J H. Temporal approach to superior oblique surgery. *Arch Ophthalmol*, 1974, 92(3): 224-226.
- [4] PARKS M M, EUSTIS H S. Simultaneous superior oblique tenotomy and inferior oblique recession in Brown's syndrome. *Ophthalmology*, 1987, 94(8): 1043-1048.
- [5] CRAWFORD J S. Surgical treatment of true Brown's syndrome. *Am J Ophthalmol*, 1976, 81(3): 289-295.
- [6] VON NOORDEN G K, OLIVIER P. Superior oblique tenectomy in Brown's syndrome. *Ophthalmology*, 1982, 89(4): 303-309.
- [7] PARKS M M. Surgery for Brown syndrome, in symposium on strabismus//*Trans New Orleans Acad Ophthalmol*. St Louis (MO): CV Mosby Company, 1978: 157-177.
- [8] 赵堪兴. 斜视矫正术设计的思考. *中华眼科杂志*, 2002, 38(8): 507-509.
- [9] FOSTER J. Certain operations on the superior oblique. *Br J Ophthalmol*, 1946, 30(11): 676-682.
- [10] CIANCIA A O, DIAZ J P. Retroceso del oblicuo superior. 1st results. *Arch Oftalmol B Aires*, 1970, 45(5): 193-200.
- [11] PRIETO-DIAZ J. Management of superior oblique overaction in A-pattern deviations. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 1988, 226(2): 126-131.
- [12] LI Y, MA H, ZHAO K. Effects of bilateral superior oblique "Hang-Back" recession in treatment of A-pattern strabismus with superior oblique overaction. *Strabismus*, 2016, 24(1): 1-6.
- [13] JAMPOLSKY A. Oblique muscle surgery of the A-V patterns. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 1965, 2(4): 31-36.
- [14] BROOKS D R, MORRISON D G, DONAHUE S P. The efficacy of superior oblique Z-tenotomy in the treatment of overdepression in adduction (superior oblique overaction). *J AAPOS*, 2012, 16(4): 342-344.
- [15] SHIN A, YOO L, DEMER J L. Biomechanics of superior oblique Z-tenotomy. *J AAPOS*, 2013, 17(6): 612-617.
- [16] SOUZA-DIAS C, UESUGUI C F. Efficacy of different techniques of superior oblique weakening in the correction of the "A" anisotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 1986, 23(2): 82-86.
- [17] BARDORF C M, BAKER J D. The efficacy of superior oblique split Z-tendon lengthening for superior oblique overaction. *J AAPOS*, 2003, 7(2): 96-102.
- [18] SERAFINO M, SCARAMUZZI M, SPECCHIA C, et al. Asymmetric superior oblique split Z-tendon lengthening for face turn in bilateral asymmetric superior oblique overaction and exotropia. *Eur J Ophthalmol*, 2021, 31(2): 716-721.
- [19] STOLOVITCH C, LEIBOVITCH I, LOEWENSTEIN A. Long-term results of superior oblique tendon elongation for Brown's syndrome. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 2002, 39(2): 90-93.
- [20] ALHAMZAH A, ALSHAREEF M F, SHABAR R, et al. Superior oblique split lengthening procedure for brown syndrome, outcomes and complications. *Br J Ophthalmol*, 2021:bjophthalmol-2020-317831 [2021-09-28]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33931387/>. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-317831.
- [21] MOGHADAM A A, SHARIFI M, HEYDARI S. The results of Brown syndrome surgery with superior oblique split tendon lengthening. *Strabismus*, 2014, 22(1): 7-12.
- [22] WRIGHT K W. Superior oblique silicone expander for Brown syndrome and superior oblique overaction. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 1991, 28(2): 101-107.
- [23] CRAWFORD J S, ORTON R B, LABOW-DAILY L. Late results of superior oblique muscle tenotomy in true Brown's syndrome. *Am J Ophthalmol*, 1980, 89(6): 824-829.
- [24] STAGER D R, Jr, PARKS M M, STAGER D R, Sr, et al. Long-term results of silicone expander for moderate and severe Brown syndrome (Brown syndrome "plus"). *J AAPOS*, 1999, 3(6): 328-332.
- [25] YU J, CEN J, ZHAO P, et al. Evaluation of three superior oblique surgical weakening procedures for A-pattern strabismus. *Arq Bras Oftalmol*, 2019, 82(5): 417-421.
- [26] WILSON M E, SINATRA R B, SAUNDERS R A. Downgaze restriction after placement of superior oblique tendon spacer for Brown syndrome. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 1995, 32(1): 29-34.
- [27] SUH D W, GUYTON D L, HUNTER D G. An adjustable superior oblique tendon spacer with the use of nonabsorbable suture. *J AAPOS*, 2001, 5(3): 164-171.

- [28] JAMPOLSKY A. The Philip Knapp lectureship. *J AAPOS*, 1998, 2(3): 131-132.
- [29] DYER J A. Superior oblique tendon sheath syndrome. *Ann Ophthalmol*, 1970, 2: 790-792.
- [30] SUH D W, OYSTRECK D T, HUNTER D G. Long-term results of an intraoperative adjustable superior oblique tendon suture spacer using nonabsorbable suture for Brown Syndrome. *Ophthalmology*, 2008, 115(10): 1800-1804.
- [31] YAZDIAN Z, KAMALI-ALAMDARI M, ALI YAZDIAN M, *et al*. Superior oblique tendon spacer with application of nonabsorbable adjustable suture for treatment of Brown syndrome. *J AAPOS*, 2008, 12(4): 405-408.
- [32] AWADEIN A, GAWDAT G. Comparison of superior oblique suture spacers and superior oblique silicone band expanders. *J AAPOS*, 2012, 16(2): 131-135.
- [33] 冯雪亮, 张树梅, 张丽军, 等. 可调缝线的上斜肌腱延长术. *中国斜视与小儿眼科杂志*, 2004, 12(3): 121-123.
- [34] WU L, XIA W, LI L, *et al*. The stability of horizontal ocular alignment of triad exotropia after one-step triple surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2020, 258(4): 899-908.
- [35] XIA W, WU L, YAO J, *et al*. Graded superior oblique tendon suture lengthening: A novel procedure. *Eur J Ophthalmol*, 2020: 1120672120968726 [2021-09-28]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33176500/>. doi: 10.1177/1120672120968726.
- [36] TALEBNEJAD M R, EGHTEHARI M, OWJI N, *et al*. Superior oblique tendon elongation with fascia lata. *J AAPOS*, 2008, 12(5): 507-509.
- [37] TALEBNEJAD M R, MOSALLAEI M, AZARPIRA N, *et al*. Superior oblique tendon expansion with Achilles tendon allograft for treating Brown syndrome. *J AAPOS*, 2011, 15(3): 234-237.
- [38] FINK W H. The surgical anatomy of the superior oblique muscle. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 1948, 46(6): 154-184.
- [39] DIAZ J P. Tenectomy parcial posterior del oblicuo superior. *Arch Ophthalmol B Aires*, 1976: 267-271.
- [40] SHARMA P, SAXENA R, RAO B V, *et al*. Effect of posterior tenectomy of the superior oblique on objective and subjective torsion in cases of superior oblique overaction. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 2005, 42(5): 284-289.
- [41] SHIN G S, ELLIOTT R L, ROSENBAUM A L. Posterior superior oblique tenectomy at the scleral insertion for collapse of A-pattern strabismus. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 1996, 33(5): 211-218.
- [42] HEO H, LEE K H, AHN J K, *et al*. Effect of 10-mm superior oblique posterior tenectomy combined with frenulum dissection in A-pattern with superior oblique overaction. *Am J Ophthalmol*, 2009, 148(5): 794-799.
- [43] RANKA M P, LIU G T, NAM J N, *et al*. Bilateral posterior tenectomy of the superior oblique muscle for the treatment of A-pattern strabismus. *J AAPOS*, 2014, 18(5): 437-440.
- [44] PRIETO-DIAZ J. Manejo del torticollis torsional en la divergencia vertical disociada. *Arch Ophthalmol B Aires*, 2001, 76: 136-146.
- [45] ROIZEN A, VELEZ F G, ROSENBAUM A L. Superior oblique anterior tenectomy. *J AAPOS*, 2008, 12(1): 54-57.
- [46] BANISTER J M. Surgical suggestions as to individual paralysis of the superior oblique muscles. *Am J Ophthalmol*, 1928, 11(7): 537-538.
- [47] WHEELER J M. Advancement of the superior oblique and inferior oblique muscles. *Am J Ophthalmol*, 1935, 18(1): 1-5.
- [48] MCLEAN J M. Direct surgery of underacting oblique muscles. *Arch Ophthalmol*, 1949, 42(1): 50-65.
- [49] MCGUIRE W P. The surgical correction of paresis of the superior oblique. *Am J Ophthalmol*, 1948, 31(1): 65-77.
- [50] MCGUIRE W P. Paresis of the superior oblique surgical correction: resect or tuck? *South Med J*, 1969, 62(8): 941-943.
- [51] DYER J A. Surgery of the inferior and superior oblique muscles. *Int Ophthalmol Clin*, 1966, 6(3): 571-589.
- [52] HELVESTON E M, ELLIS F D. Superior oblique tuck for superior oblique palsy. *Aust J Ophthalmol*, 1983, 11(3): 215-220.
- [53] 张伟. 审慎稳妥开展上斜肌折叠手术. *中华眼科杂志*, 2016, 52(8): 565-567.
- [54] LUDWIG I H, CLARK R A, STAGER D R, Sr. New strabismus surgical techniques. *J AAPOS*, 2013, 17(1): 79-88.
- [55] SAUNDERS R A. When and how to strengthen the superior oblique muscle. *J AAPOS*, 2009, 13(5): 430-407.
- [56] BARTLEY G B, DYER J A. Strengthening the weak superior oblique muscle. *Ophthalmic Surg*, 1987, 18(12): 893-897.
- [57] HOLMES J, LESKE D A. Adjustable superior oblique advancement for bilateral superior oblique palsy// DEFABER J T. Strabismus 2006 Proceeding of the Joint Congress the Xth meeting of the ISA. Rio de Janeiro, Brazil: Cultura Medica, 2006: 303-307.
- [58] BATA B M, LESKE D A, HOLMES J M. Adjustable bilateral superior oblique tendon advancement for bilateral fourth nerve palsy. *Am J Ophthalmol*, 2017, 178: 115[2021-06-14]. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2017.03.028>.
- [59] HARADA M, ITO Y. Surgical correction of cyclotropia. *Jpn J Ophthalmol*, 1964, 8: 88-96.
- [60] FELLE P. Management of paralytic strabismus. *Br J Ophthalmol*, 1974, 58(3): 255-265.
- [61] METZ H S, LERNER H. The adjustable Harada-Ito procedure. *Arch Ophthalmol*, 1981, 99(4): 624-626.
- [62] NISHIMURA J K, ROSENBAUM A L. The long-term torsion effect of the adjustable Harada-Ito procedure. *J AAPOS*, 2002, 6(3): 141-144.
- [63] HOECKELE N, KAESER P F, KLAINGUTI G. Results of anterior tucking of the superior oblique muscle tendon in bilateral fourth nerve palsy. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2015, 232(4): 452-454.
- [64] PINELES S L, VELEZ F G. Anterior superior oblique tuck: An alternate treatment for exocyclotropia. *J AAPOS*, 2018, 22(5): 393-393.e1[2021-06-03]. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2018.05.019>.
- [65] SOLANES F, VELEZ F G, ROBBINS L, *et al*. Modified anterior superior oblique tuck: A case series. *J Binocul Vis Ocul Motil*, 2020, 70(4): 157-162.

(2021-07-19收稿, 2021-11-08修回)

编辑 吕 熙