



# SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE 学者介绍



周慧芳 博士  
ZHOU Hui-fang Ph.D

主任医师、研究员、博士生导师  
Chief Physician, Professor, Doctoral Supervisor

ORCID ID: 0000-0002-8636-861X



**周慧芳** (1977—), 上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科主任医师。现任亚太眼整形眼眶外科学会理事、中华医学会眼科学分会眼免疫学组委员、中国医师协会眼整形眼眶病学组委员、中国女医师协会眼科专委会副主任委员。研究方向为眼整形、眼眶外科、甲状腺相关眼病。主持国家自然科学基金等20项课题;发表论文80余篇,其中以通信作者/第一作者身份发表论文50余篇;获得国家科技进步奖二等奖、上海市科技进步奖一等奖等8项科技奖项;荣获上海市卫生系统第十六届银蛇奖一等奖、中国最美女医师、上海市巾帼创新新秀奖、上海市三八红旗手、上海市巾帼建功标兵等奖项或称号,并被授予“庆祝中华人民共和国成立70周年”纪念章。

该研究依托上海交通大学医学院“双一流”暨高水平地方高校建设一流学科—临床医学—多中心临床研究项目。

## 代表性论著

1. Li J, Yang S, Liu Z, Wang G, He P, Wei W, Yang M, Deng Y, Gu P, Xie X, Kang Z, Ding G, Zhou H, Fan X. Imaging cellular aerobic glycolysis using carbon dots for early warning of tumorigenesis[J]. Adv Mater, 2020. DOI: 10.1002/adma.202005096.
2. Li J, Yang S, Deng Y, Chai P, Yang Y, He X, Xie X, Kang Z, Ding G, Zhou H, Fan X. Emancipating target-functionalized carbon dots from autophagy vesicles for a novel visualized tumor therapy[J]. Adv Funct Mater, 2018, 28(30): 1800881.
3. Deng Y, Zhou H, Zou D, Xie Q, Bi X, Gu P, Fan X. The role of miR-31-modified adipose tissue-derived stem cells in repairing rat critical-sized calvarial defects[J]. Biomaterials, 2013, 34(28): 6717–6728.
4. Zhou H, Lu Q, Guo Q, Chae J, Fan X, Elisseeff JH, Grant MP. Vitrified collagen-based conjunctival equivalent for ocular surface reconstruction[J]. Biomaterials, 2014, 35(26): 7398–7406.
5. Fang S, Huang Y, Wang S, Zhang Y, Luo X, Liu L, Zhong S, Liu X, Li D, Liang R, Miranda P, Gu P, Zhou H, Fan X, Li B. IL-17A exacerbates fibrosis by promoting the proinflammatory and profibrotic function of orbital fibroblasts in TAO[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2016, 101(8): 2955–2965.



综述

## 内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术的研究进展

孙 柔, 周慧芳

上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科, 上海市眼眶病与眼肿瘤学重点实验室, 上海 200011

**[摘要]** 随着内镜技术的发展, 使用内镜辅助下经鼻入路行眼眶减压术已成为一种成熟的手术方式。鼻入路利用天然存在的窦腔, 避免了手术瘢痕; 内镜可延伸手术视野, 清晰显示手术区域, 降低手术风险。许多研究表明内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术后, 眼球突出度改善, 并且未发生严重并发症。在使用内镜辅助行眼眶减压术时可选择不同的手术方案, 相应的减压效果和并发症有所不同。该文综述在甲状腺相关眼病患者的治疗中, 内镜辅助下经鼻入路的各类眼眶减压术的应用以及其有效性和安全性。

**[关键词]** 内镜; 甲状腺相关眼病; 眼眶减压术

**[DOI]** 10.3969/j.issn.1674-8115.2021.12.021 **[中图分类号]** R775.9 **[文献标志码]** A

### Research progress of endoscope-assisted transnasal orbital decompression

SUN Rou, ZHOU Hui-fang

Department of Ophthalmology, Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai Key Laboratory of Orbital Diseases and Ocular Oncology, Shanghai 200011, China

**[Abstract]** Endoscopic orbital decompression has become a mature surgical method because of the development of endoscope. The surgery through transnasal approach makes use of the natural sinus to avoid surgical scar and the endoscope visualizes the surgical area to reduce the risk. Many studies have demonstrated that transnasal endoscopic orbital decompression can reduce the proptosis and cause no severe complications. Using endoscope to apply transnasal orbital decompression has many operation schemes, which may have influence on the result of surgery and the occurrence of complications. This review is to introduce the application of endoscope to orbital decompression and its effectiveness and safety.

**[Key words]** endoscope; thyroid-associated ophthalmopathy; orbital decompression

甲状腺相关眼病(thyroid-associated ophthalmopathy, TAO)发病率居成年人眼眶疾病首位, 患病率为0.1%~0.3%, 年发病率为女性16.0人/10万、男性2.9人/10万<sup>[1-3]</sup>。TAO是一种自身免疫性疾病, 累及眼睑、眼外肌、眶内脂肪, 以及泪腺等; 可引起眼球突出、软组织肿胀、眼睑退缩、视力下降、复视、斜视、眼球运动障碍等, 严重者可导致角膜溃疡穿孔、压迫性视神经病变(dysthyroid optic neuropathy, DON), 甚至失明<sup>[4-6]</sup>。根据疾病的严重程度可分为轻度、中重度以及极重度。中重度活性期患者经过非手术治疗进入稳定期后, 常需要行眼眶减压术以改善症状及外观, 而约5%的极重度活动期TAO患者为挽救视功能也需要行眼眶减压术<sup>[7]</sup>。

眼眶减压术分为脂肪减压和骨壁减压<sup>[8-10]</sup>。骨壁减压分为一壁、两壁以及三壁减压, 手术入路可选择经皮、

经结膜、经鼻等<sup>[11]</sup>。眼眶外侧壁由于其解剖位置的关系, 目前多采用经皮或经结膜的外侧入路进行手术; 而内壁和下壁毗邻副鼻窦, 可采用结膜入路或鼻入路<sup>[12]</sup>。

结膜入路手术切口隐蔽, 操作直观, 但存在以下问题: ①手术时眶内操作空间狭小。②对于TAO患者, 特别是已经发生DON的极重度患者, 本身已存在眶压升高, 手术时由于需要使用脑压板压迫眶内组织, 暴露手术区域, 会使得眶压进一步增高。③由于可暴露的空间小, 直视下深部组织暴露困难, 助手无法看到手术区域。而鼻入路利用副鼻窦的自然腔道, 避免手术瘢痕的同时增加了手术空间, 避免了对眶内组织的压迫, 并且在内镜下可清晰显示深部的结构, 尤其是眶尖部结构, 手术助手可实时观看手术进程。然而, 鼻入路会带来鼻窦炎、鼻泪道损伤等并发症, 且医师需要熟悉手术路线和器械,

**[基金项目]** 国家重点研发项目(2018YFC1106100, 2018YFC1106101); 上海交通大学医学院附属第九人民医院临床研究助推计划(临+计划)(JYLJ036)。

**[作者简介]** 孙 柔 (1995—), 女, 博士生; 电子邮箱: 736546545@qq.com。

**[通信作者]** 周慧芳, 电子邮箱: fangzzfang@163.com。

**[Funding Information]** The National Key R&D Program of China (2018YFC1106100, 2018YFC1106101); Clinical Research Boosting Program of Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine (JYLJ036).

**[Corresponding Author]** ZHOU Hui-fang, E-mail: fangzzfang@163.com.

**[网络首发]** <https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.2045.R.20210902.1709.002.html> (2021/9/3 9:30:42)。

掌握内镜操作,需要较长的学习曲线。因此,结膜入路和鼻入路各有优缺点,目前尚无随机对照研究提供2种术式比较的高级别证据。本文就内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术的应用、有效性及安全性进行综述。

## 1 内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术的应用

内镜在20世纪80年代中期开始应用于鼻窦手术,改善了传统经鼻入路手术无法直视术野、并发症发生率高的问题。Kennedy等<sup>[13]</sup>首先将内镜应用于TAO患者的眼眶减压术,该研究纳入8例患者(15眼),均行眼眶内下壁减压。1991年,Michel等<sup>[14]</sup>对6例TAO患者施行了内镜辅助下眼眶内下壁减压术。这2项研究结果均表明内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术可有效减小眼球突出度,使得这一手术方法得到关注并逐渐发展<sup>[15]</sup>。

内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术会带来与鼻入路相关的并发症,如鼻窦炎、鼻泪道损伤,以及眶内感染等<sup>[16]</sup>。Antisdel等<sup>[17]</sup>的研究表明,内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术后的鼻窦并发症发生率为3.5%。Mueller团队<sup>[18]</sup>使用鼻窦炎特异性生活质量量表评估了50位行内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术的患者,发现术后该量表评分增高,但1年后得到显著改善。

由于内镜可延伸手术视野,鼻入路可避免手术瘢痕、增加手术空间,使得内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术得到了应用与推广。

## 2 内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术的有效性及安全性

内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术为内壁及下壁的减压。外侧壁的减压因其解剖位置特点,无法经鼻入路完成,一般为外侧入路。目前临床上应用较为广泛的为根据术前突眼度来制定梯度减压的手术方案,是根据临床经验做出的手术策略<sup>[19]</sup>。一般而言,眼球突出需要的回退量<3 mm的患者进行一壁减压术,≥3且<5 mm的进行二壁手术,≥5 mm的进行三壁手术。单纯下壁减压易造成眼位的下移,增加复视的发生率,相关的研究较少,因此本文就内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁、内外壁、内下壁、三壁减压进行介绍。

### 2.1 内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁减压

内壁减压范围为前至泪后嵴、后至视神经管开口、

上至额筛缝、下至内下隅角(strut结构,即眼眶内壁和下壁之间的骨性支柱)。内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁减压术步骤为:行标准的筛窦全切除术后,暴露眼眶内侧壁至眶尖,将眶内侧壁(即筛骨纸样板)从眶周剥离,从后向前放射状切开骨膜,使眶内脂肪疝入筛窦。

Eloy等<sup>[20]</sup>探讨了内镜下单纯内侧壁减压术的有效性,平均眼球突出度回退量为3.17 mm,平均视力由0.80提高到0.95,但50.0%的患者出现新发复视。Juniat团队<sup>[21]</sup>的研究表明内壁减压可使眼球突出度回退3.50 mm。Lv等<sup>[22]</sup>以DON患者为研究对象,术后95.8%的患者视力得到了改善。Wu等<sup>[23]</sup>对108例(206只患眼)不伴复视的I型TAO(脂肪增殖为主)患者进行了内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁减压联合脂肪减压术,经过1年的随访,结果发现:眼球突出度下降(8.20±1.80) mm,且98.1%的患者双眼眼球突出度差值小于2.00 mm,对称性好;23.1%(25例)的患者出现了术后新发复视。单纯行内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁减压时眼球突出度回退量较少,而后两者研究中的眼球突出度回退量明显增加,这是因为在去除眼眶内壁的同时去除了球后脂肪,且Wu等<sup>[23]</sup>的研究中纳入了以脂肪增殖为主而非肌肉增粗为主的I型TAO患者,因此眼球回退量较高。同时,去除眼眶脂肪后使得球后空间变大,软组织重新分布,新发复视率因此较低。

### 2.2 内镜辅助下经鼻入路眼眶内外壁减压

内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁减压术可以使眼球有效回退,改善DON患者的视力,但仅内壁减压易造成眼球内斜,会导致新发复视率较高,故临床应用较少。眼眶内外壁平衡减压可以减少眼球内斜的发生,同时增加眼球回退量。因此,临床上较多采用内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁减压术的同时行外侧入路眼眶外侧壁减压术,术式为:外侧入路通过上睑切口径皮或结膜进入眼眶,暴露外侧壁后切开骨膜,去除骨壁开放眶周,使脂肪及增粗的眼外肌疝出外侧壁。

Hernández-García等<sup>[24]</sup>的研究采用内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁减压联合外侧入路眼眶外侧壁减压术,术后TAO患者眼球突出减少3.50 mm,15.0%出现术后新发复视,在这些患者中主要观察到的其他并发症为术后出血及脑脊液鼻漏。Unal<sup>[25]</sup>的研究中,患者的眼球突出回退4.80 mm,22.2%患者出现新发复视。

由此可见,内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁减压联合外侧入路眼眶外侧壁减压较单内壁减压的眼球回退量高,且明显降低新发复视(见表1)。



表1 内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁及内外壁减压术比较

Tab 1 Comparison of endoscopic transnasal medial orbital decompression and balanced orbital decompression(endoscopic transnasal medial and transcutaneous lateral orbital decompression)

Author	Year	Patients	Approach	Subjects	Removed Orbital Wall	Proptosis reduction /mm	Visual acuity	New on-set diplopia	Complications
Eloy P, et al. <sup>[20]</sup>	2000	TAO	Transnasal	16 patients 27 orbits	Medial	3.17	0.80→0.95	50.0% (8/16)	—
Juniat V, et al. <sup>[21]</sup>	2019	Inactive TAO or active TAO without DON	Transnasal	24 orbits	Medial	3.50	No vision loss	—	No other complications
Lv ZG, et al. <sup>[22]</sup>	2016	DON	Transnasal	43 patients 72 orbits	Medial	6.20	An improvement of 0.55	11.6% (5/43)	No other complications
Wu WC, et al. <sup>[23]</sup>	2015	Inactive TAO	Transnasal	108 patients 206 orbits	Medial	8.20	—	23.1% (25/108)	17.6% epistaxis, 1.9% intraorbital hemorrhages and 2.7% orbital emphysema
Hernández-García E, et al. <sup>[24]</sup>	2017	Inactive TAO or DON	Transnasal and Transcutaneous	20 patients 36 orbits	Medial and Lateral	3.50	DON: 0.40→0.80	15.0% (3/20)	5.0% post-operative epistaxis and 5.0% cerebrospinal fluid leak
Unal M, et al. <sup>[25]</sup>	2000	Inactive TAO or DON	Transnasal and Transcutaneous	9 patients 14 orbits	Medial and Lateral	4.80	Improvement in 2 DON patients	22.2% (2/9)	No other complications

Note: TAO—Thyroid-associated ophthalmopathy; DON—Dysthyroid optic neuropathy.

### 2.3 内镜辅助下经鼻入路眼眶内下壁减压

眶下壁减压范围呈三角形, 自眶下缘后1 cm起向后延伸, 外后方边界为眶下裂, 内侧边界为strut结构。内镜辅助下经鼻入路眼眶下壁减压术有2种手术路径: 一种为前筛窦入路, 在行前筛窦切除术后, 暴露上颌窦口, 为后续的减压提供良好的入路, 保证眶内容物脱出后可进入上颌窦, 在此基础上可继续行内侧壁减压; 另一种是柯陆(Caldwell-Luc)入路, 经唇龈切口凿开尖牙窝处的上颌窦前壁以到达眼眶下壁。虽然该入路操作简单, 视野开阔, 但无法从此入路行眼眶内壁减压。

strut结构为眼眶内壁和下壁之间的骨性支柱。内下壁减压时需保留strut结构这一观点最早由Goldberg等<sup>[26]</sup>提出, Wright等<sup>[27]</sup>报道该法可以在充分减压的同时减少术后复视的产生。研究<sup>[28]</sup>发现大多数外科医生很少移除strut结构, 因为去除此结构可能会使复视恶化且存在使眼球移位的风险。

在去除strut结构的研究中, Lal等<sup>[29]</sup>对12例(24眼)患者在内镜辅助下行经鼻入路眼眶内下壁减压术的结果进行了分析, 平均眼球突出回退3.70 mm, 但术后100%出现暂时性的复视。Baradaranfar等<sup>[30]</sup>对激素治疗无效的TAO患者行内镜辅助下经鼻入路眼眶内下壁减压, 眼球突出回退4.10 mm, 术后71.4%的患者出现复视。在保留strut结构的研究中, Malik等<sup>[31]</sup>对

15例TAO患者进行研究, 术后眼球突出回退3.70 mm, 术后26.7%的患者出现新发复视, 以及其他并发症如上颌窦炎、脑脊液鼻漏等。

### 2.4 内镜辅助下经鼻入路眼眶三壁减压

对于眼球突出较大或是极重度TAO的患者, 需要充分的减压以求最大程度的眼球回退量或挽救视功能, 行眼眶三壁减压是必要的。同样, 眼眶内下壁可以通过内镜辅助下经鼻入路手术进行减压, 而外侧壁需要经外侧入路进行。

时文杰等<sup>[32]</sup>对TAO患者行内镜辅助下经鼻入路眼眶内下壁减压联合外侧入路外侧壁减压, 术后眼球突出从(22.08±1.08) mm退回至(15.67±1.44) mm, 50.0%患者出现暂时性复视, 患者术后的睑裂高度缩小、眼球容积增大, 以及眼压降低与术前相比均存在统计学差异。Cansiz等<sup>[33]</sup>的研究中内镜辅助下经鼻入路眼眶内下壁减压及外侧入路外侧壁减压术后眼球突出减少7.75 mm, 患者新发复视率仅14.3%。

综上, 内镜辅助下经鼻入路眼眶内下壁减压术可有效减少眼球突出, 但单纯内下壁减压会造成眼球的内下移位, 患者新发复视率较高。三壁减压提供了最大的减压量, 术后患者新发复视率低。此外, 内下壁减压时保留strut结构可降低新发复视率(见表2)。

表2 内镜辅助下经鼻入路眼眶内下壁及三壁减压术比较

Tab 2 Comparison of endoscopic transnasal medial and inferior wall orbital decompression and three-wall orbital decompression (endoscopic transnasal medial and inferior plus transcutaneous lateral orbital decompression)

Author	Year	Patient	Approach	Subject	Removed orbital wall	Proptosis reduction /mm	Visual acuity	New on-set diplopia	Complications
Lal P, et al. <sup>[29]</sup>	2013	Inactive TAO or DON	Transnasal	12 patients 24 orbits	Medial and inferior (strut removed)	3.70	Improved significantly in 50.0% orbits with DON	100% (resolved over the next 8 weeks)	8.3% unilateral frontal sinus obstruction
Baradaranfar MH, et al. <sup>[30]</sup>	2004	Active or inactive TAO (one DON)	Transnasal	21 patients 42 orbits	Medial and inferior (strut removed)	4.10	Not DON 0.50→0.67 DON OS:HM→0.13 OD:0.25→0.33	71.4% (15/21)	—
Malik R, et al. <sup>[31]</sup>	2008	Inactive TAO	Transnasal	15 patients 20 orbits	Medial and inferior (strut unremoved)	3.70	—	26.7% (4/15)	6.7% sinusitis and 6.7% post-operative rhinorrhoea
Shi WJ, et al. <sup>[32]</sup>	2015	Active or inactive TAO (no DON)	Transnasal and Transcutaneous	6 patients 12 orbits	Medial inferior and lateral (strut removed)	6.41	0.23→0.48	50.0% (3/6) (recovered in 3-5 months)	—
Cansiz H, et al. <sup>[33]</sup>	2006	Active or inactive TAO (one DON)	Transnasal and Transcutaneous	7 patients 8 orbits	Medial inferior and lateral (strut unremoved)	7.75	2 eyes 0.70→1.00 1 eye 0.80→1.00 No change in other 5 eyes	14.3% (1/7)	14.3% maxillary sinusitis

3 内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术的新技术

3.1 计算机导航系统

在内镜辅助眼眶减压术中，尽管手术视野得到可视化，但内镜图像存在局部放大之后周边畸变，一定程度上增加了医源性损伤的风险。随着数字化眼眶外科技术的发展，计算机导航系统这一手术辅助设备得以应用。计算机导航系统可以将人体与影像学资料准确匹配，手术区域能在CT图像上精准定位。

表3 内镜导航系统辅助下眼眶减压术

Tab3 Studies of endoscope-navigation-assisted orbital decompression

Author	Year	Patients	Approach	Subjects	Removed Orbital Wall	Proptosis reduction/mm	Visual acuity	New on-set diplopia	Complications
Zah-Bi G, et al. <sup>[35]</sup>	2019	DON	Transnasal (navigation)	17 patients 23 orbits	Apex	4.50	69.5% improved	11.8%(2/17)	17.6% rhinitis
Sowerby LJ, et al. <sup>[36]</sup>	2018	DON	Transnasal (navigation)	4 patients 7 orbits	Medial and inferior	—	0.13→0.5	—	—

Grusha等<sup>[34]</sup>分析了有导航辅助和无导航辅助经鼻入路眼眶内外壁减压手术治疗TAO的相关数据，结果显示有导航辅助在眼眶减压术中有一定的优势，尤其对DON的患者效果较好。Zah-Bi等<sup>[35]</sup>纳入了17例（23眼）DON患者接受计算机导航系统引导下的内镜眼眶减压术，术后眼球突出降低18.3%，眼压降低13.7%，视野改善82.6%，69.5%的患者视力得到改善。术后出现并发症为3例，分别为一过性鼻炎以及2例一过性复视。Sowerby等<sup>[36]</sup>的研究也证明计算机导航系统引导内镜辅助下经鼻入路眼眶减压术可改善DON患者的视力，且并发症较少（见表3）。

### 3.2 内镜导航系统

范先群团队<sup>[37-38]</sup>研发了内镜导航技术,突破内镜和导航系统的通信瓶颈。该系统可在三维正交坐标系中精确定位内镜图像,应用于眼眶手术中可以提高手术精度,降低手术风险,有效减少眼球突出,且有较高的安全性。

### 3.3 机器人辅助手术系统

在眼眶这一狭小的空间中施行内镜辅助下眼眶减压术,除了需要丰富的经验以外,也依赖于稳定而持久的外科操作。机械臂的使用可减少外科医师的手部颤动,长时间稳定保持在同一位置,同时解放手术医师的另一只手,使双手操作成为可能。机器人辅助系统已在内眼手术中得以应用,如角膜移植手术、眼内静脉注射、视网膜前膜剥离等,而眼眶手术领域尚缺乏成熟的机器人辅助手术系统。Mattheis等<sup>[39]</sup>首次将机械臂构成的机器人内镜引导系统用于TAO患者的眼眶平衡减压手术中,8例患者均未出现不良事件及术后并发症。

## 4 结语

内镜辅助下经鼻入路可作为眼眶内壁及下壁减压术

的选择,在避免手术瘢痕的同时清晰显示了手术区域,提高了手术的精确性和安全性。但手术医师需要较长的学习时间来掌握手术路径及内镜的使用。此外,在手术时可能由于内镜影像存在畸变,造成解剖结构辨认不清或距离估算错误,增加手术难度。实施眼眶减压术时,内镜辅助下经鼻入路手术可有效减少眼球突出。与鼻入路相关的并发症主要为复视、鼻窦炎、鼻出血、脑脊液鼻漏等,内镜辅助下经鼻入路手术的后遗症发生率较低且能够被改善。在手术方案选择上,眼眶内下壁减压较单纯内壁减压在眼球突出度回退量方面无明显增加,且易导致眼球移位和复视的发生,因此可减少下壁减压,仅在需要更多的眼球回退量时采用。内镜辅助下经鼻入路眼眶内壁、内下壁减压联合外侧入路眼眶外侧壁减压可减少复视发生率,其中三壁减压可以得到最大的眼球回退量。此外,保留 strut 结构可能是减少复视发生率的关键。计算机导航系统和内镜导航系统可为内镜辅助经鼻入路眼眶减压术提供更精确的引导,降低手术风险。机器人辅助手术系统有望在眼眶手术中得到应用,更好地提高手术的精确度和安全性。

## 参·考·文·献

- [1] Smith TJ, Hegedüs L. Graves' disease[J]. N Engl J Med, 2016, 375(16): 1552-1565.
- [2] Hiromatsu Y, Eguchi H, Tani J, et al. Graves' ophthalmopathy: epidemiology and natural history[J]. Intern Med, 2014, 53(5): 353-360.
- [3] Bartalena L. Prevention of Graves' ophthalmopathy[J]. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab, 2012, 26(3): 371-379.
- [4] Bahn RS. Graves' ophthalmopathy[J]. N Engl J Med, 2010, 362(8): 726-738.
- [5] Perros P, Chandler T, Dayan CM, et al. Orbital decompression for Graves' orbitopathy in England[J]. Eye (Lond), 2012, 26(3): 434-437.
- [6] 钱昱, 李玉珍, 梁文君, 等. 甲状腺相关性眼病的研究及治疗进展[J]. 现代生物医学进展, 2017, 17(16): 3195-3200.
- [7] Bartalena L, Baldeschi L, Boboridis K, et al. The 2016 European thyroid association/European group on Graves' orbitopathy guidelines for the management of Graves' orbitopathy[J]. Eur Thyroid J, 2016, 5(1): 9-26.
- [8] Kotwal A, Stan M. Current and future treatments for Graves' disease and Graves' ophthalmopathy[J]. Horm Metab Res, 2018, 50(12): 871-886.
- [9] Boboridis KG, Bunce C. Surgical orbital decompression for thyroid eye disease[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2011(12): CD007630.
- [10] Mishra S, Maurya VK, Kumar S, et al. Clinical management and therapeutic strategies for the thyroid-associated ophthalmopathy: current and future perspectives[J]. Curr Eye Res, 2020, 45(11): 1325-1341.
- [11] Tsetsos N, Daskalakis D, DTzakrieti al. Endoscopic transnasal orbital decompression for Graves. [J]. Rhinology, 2020, 58: 2-9.
- [12] Curragh DS, Halliday L, Selva D. Endonasal approach to orbital pathology[J]. Ophthalmic Plast Reconstr Surg, 2018, 34(5): 422-427.
- [13] Kennedy DW, Goodstein ML, Miller NR, et al. Endoscopic transnasal orbital decompression[J]. Arch Otolaryngol--Head Neck Surg, 1990, 116(3): 275-282.
- [14] Michel O, Bresgen K, Rüssmann W, et al. Endoscopically-controlled endonasal orbital decompression in malignant exophthalmos[J]. Laryngorhinootologie, 1991, 70(12): 656-662.
- [15] Wehrmann D, Antisdell JL. An update on endoscopic orbital decompression[J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2017, 25(1): 73-78.
- [16] Gulati S, Ueland HO, Haugen OH, et al. Long-term follow-up of patients with thyroid eye disease treated with endoscopic orbital decompression[J]. Acta Ophthalmol, 2015, 93(2): 178-183.
- [17] Antisdell JL, Gumber D, Holmes J, et al. Management of sinonasal complications after endoscopic orbital decompression for Graves' orbitopathy[J]. Laryngoscope, 2013, 123(9): 2094-2098.
- [18] Mueller SK, Miyake MM, Lefebvre DR, et al. Long-term impact of endoscopic orbital decompression on sinonasal-specific quality of life[J]. Laryngoscope, 2018, 128(4): 785-788.
- [19] Kikkawa DO, Pornpanich K, Cruz RC, et al. Graded orbital decompression based on severity of proptosis[J]. Ophthalmology, 2002, 109(7): 1219-1224.
- [20] Eloy P, Trussart C, Jouzdani E, et al. Transnasal endoscopic orbital decompression and Graves' ophthalmopathy[J]. Acta Otorhinolaryngol Belg, 2000, 54: 165-74.
- [21] Juniat V, Abbeel L, McGilligan JA, et al. Endoscopic orbital decompression by oculoplastic surgeons for proptosis in thyroid eye disease[J]. Ophthalmic Plast Reconstr Surg, 2019, 35(6): 590-593.
- [22] Lv Z, Selva D, Yan WT, et al. Endoscopic orbital fat decompression with medial orbital wall decompression for dysthyroid optic neuropathy[J]. Curr Eye Res, 2016, 41(2): 150-158.
- [23] Wu WC, Selva D, Bian Y, et al. Endoscopic medial orbital fat decompression for proptosis in type 1 Graves orbitopathy[J]. Am J Ophthalmol, 2015, 159(2): 277-284.
- [24] Hernández-García E, San-Román JJ, González R, et al. Balanced (endoscopic medial and transcutaneous lateral) orbital decompression in Graves' orbitopathy[J]. Acta Otolaryngol, 2017, 137(11): 1183-1187.
- [25] Unal M, Ileri F, Konuk O, et al. Balanced orbital decompression in Graves' orbitopathy: upper eyelid crease incision for extended lateral wall decompression[J]. Orbit, 2000, 19(2): 109-117.
- [26] Goldberg RA, Shorr N, Cohen MS. The medial orbital strut in the prevention of postdecompression dystopia in dysthyroid ophthalmopathy[J].

- Ophthalmic Plast Reconstr Surg, 1992, 8(1): 32-34.
- [27] Wright ED, Davidson J, Codere F, et al. Endoscopic orbital decompression with preservation of an inferomedial bony strut: minimization of postoperative diplopia[J]. J Otolaryngol, 1999, 28: 252-256.
- [28] Reich SS, Null RC, Timoney PJ, et al. Trends in orbital decompression techniques of surveyed American society of ophthalmic plastic and reconstructive surgery members[J]. Ophthalmic Plast Reconstr Surg, 2016, 32(6): 434-437.
- [29] Lal P, Thakar A, Tandon N. Endoscopic orbital decompression for Graves' orbitopathy[J]. Indian J Endocrinol Metab, 2013, 17(2): 265-270.
- [30] Baradaranfar MH, Dabirmoghaddam P. Transnasal Endoscopic Orbital Decompression in Graves' Ophthalmopathy[J]. Archives of Iranian Medicine, 2004, 7(2): 149-153.
- [31] Malik R, Cormack G, MacEwen C, et al. Endoscopic orbital decompression for dyscosmetic thyroid eye disease[J]. J Laryngol Otol, 2008, 122(6): 593-597.
- [32] 时文杰, 孙丰源, 唐东润, 等. 内镜下平衡眶减压术治疗重度 Graves 眼病[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2015, 50(11): 904-908.
- [33] Cansiz H, Yilmaz S, Karaman E, et al. Three-wall orbital decompression superiority to 2-wall orbital decompression in thyroid-associated ophthalmopathy[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2006, 64(5): 763-769.
- [34] Grusha YO, Ismailova DS, Kochetkov PA, et al. Potentials of intraoperative navigation during balanced orbital bony decompression in thyroid eye disease (preliminary results)[J]. Vestn Oftalmol, 2016, 132(4): 29-34.
- [35] Zah-Bi G, Abeillon-du Payrat J, Vie AL, et al. Minimal-access endoscopic endonasal management of dysthyroid optic neuropathy: the dysthose study[J]. Neurosurgery, 2019, 85(6): E1059-E1067.
- [36] Sowerby LJ, Rajakumar C, Allen L, et al. Urgent endoscopic orbital decompression for vision deterioration in dysthyroid optic neuropathy[J]. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis, 2019, 136(3s): S49-S52.
- [37] Zhang S, Li Y, Fan X. Application of endoscopic techniques in orbital blowout fractures[J]. Front Med, 2013, 7(3): 328-332.
- [38] Zhang S, Li Y, Wang Y, et al. Comparison of rim-sparing versus rim-removal techniques in deep lateral wall orbital decompression for Graves' orbitopathy[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2019, 48(4): 461-467.
- [39] Mattheis S, Schlüter A, Stähr K, et al. First use of a new robotic endoscope guiding system in endoscopic orbital decompression[J]. Ear Nose Throat J, 2019: 145561319885803.

[收稿日期] 2021-02-22

[本文编辑] 徐 敏

## 学术快讯

### 上海交通大学基础医学院张良研究员等课题组合作揭示脱氢异构酶 FabX 催化合成幽门螺杆菌不饱和脂肪酸的化学生物学机制

上海交通大学基础医学院张良研究员、南京医科大学毕洪凯教授、美国伊利诺伊大学香槟分校 John E. Cornan 教授和上海中医药大学陈红专教授于 2021 年 11 月在 *Nature Communications* 在线发表题目为“*Helicobacter pylori* FabX contains a [4Fe-4S] cluster essential for unsaturated fatty acid synthesis” 研究论文。

研究团队发展了幽门螺杆菌脂肪酸合成途径底物载脂蛋白 (acyl carrier protein, ACP) 与不同长度脂肪酰底物的体外共价修饰技术, 阐明了幽门螺杆菌特有的脂肪酸脱氢异构酶 FabX 对饱和脂肪酰修饰 ACP 底物的选择性识别和催化调控的化学生物学机制, 明确了幽门螺杆菌不饱和脂肪酸合成、活性氧分泌以及胃黏膜腐蚀病理作用之间的密切关联, 为抗幽门螺杆菌创新药物研发提供了科学依据。