

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201804001

· 专家论坛 ·

# 内镜鼻颅底外科在神经外科发展中的现状和展望

王镛斐

(复旦大学附属华山医院 神经外科 上海市垂体瘤研究中心, 上海 200040)



**专家简介** 王镛斐,男,主任医师,医学博士,硕士生导师。现任中国医师协会神经内镜专委会副主任委员,中国医师协会内镜医师分会委员,中国垂体瘤协作组副组长,上海抗癌协会神经肿瘤专业委员会常委,上海市垂体瘤研究中心秘书兼内镜组组长,中国神经科学学会神经肿瘤分会委员,上海市医师协会神经外科医师分会秘书,复旦大学神经外科研究所神经解剖室副主任。主要研究方向是垂体腺瘤的显微外科手术基础和临床研究,神经内镜应用解剖与临床研究,神经肿瘤的微创手术治疗。目前是国家级继续教育项目“全国脑窥镜辅助显微外科学习班”和“中国垂体瘤诊治新进展学习班”主要负责人,每年内镜鼻颅底手术量达到400余台次,垂体瘤手术累积近6000例。曾获2004年上海市医学科技进步一等奖、2004年中华医学科技奖三等奖和2009年国家科学技术进步奖一等奖。

**摘要:** 颅底外科手术难度大,风险高。内镜鼻颅底外科技术不断进步,手术领域日益拓展,发展前景令人瞩目。目前限制内镜鼻颅底外科在神经外科发展的主要因素是神经外科术者鼻颅底内镜学习曲线较长,术后脑脊液漏和颅神经功能损害等手术并发症。因此,加强内镜操作训练,熟悉鼻颅底内镜解剖,重视颅底重建和术中神经电生理监测,减少术后脑脊液漏和颅神经功能损害发生率,强调多学科合作治疗颅底肿瘤都是进一步安全有效发展内镜鼻颅底外科的重要措施。

**关键词:** 内镜鼻颅底外科;多学科合作;颅底重建;神经电生理监测

中图分类号:R651.1<sup>+</sup>1 文献标识码:A [中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2018,24(4):297-302]

## The present situation and expectation of endoscopic endonasal skull base surgery in the development of neurosurgery

WANG Yong-fei

(Department of Neurosurgery, Huashan Hospital, Fudan University; Shanghai Research Center for Pituitary Tumor; Shanghai 200040, China)

**Abstract:** Skull base surgery is considered the most challenging and risky. The surgical skills of endoscopic endonasal skull base surgery are making unceasing progress, the surgical field is expanding continually, and the prospect for further development is quite remarkable. For now, the main constraining factors for the development of endoscopic endonasal skull base surgery in neurosurgery are the relatively long learning curve and the postoperative complications, including cerebrospinal fluid leakage and cranial nerve function damage. Therefore, reinforcing the endoscopic surgical training, being familiar with the endoscopic anatomy of the skull base, paying attention to the reconstruction of the skull base and the intraoperative neurophysiological monitoring, reducing the incidence of postoperative cerebrospinal fluid leakage and cranial nerve function damage, and stressing the importance of multidisciplinary cooperation in the treatment of cranial base tumors are all important measures for the further safe and effective development of endoscopic endonasal skull base surgery.

基金项目:上海市2017年度“科技创新行动计划”生物医药领域科技支撑项目指南(17441901400)。

作者简介:王镛斐,男,博士,主任医师。

通信作者:王镛斐,Email: eamns@hotmail.com

**Key words:** Endoscopic endonasal skull base surgery; Multidisciplinary cooperation; Reconstruction of skull base; Intraoperative neurophysiological monitoring

[Chinese Journal of Otorhinolaryngology-Skull Base Surgery, 2018, 24(4): 297-302]

内镜是一件日新月异不断发展的显微手术工具。内镜(endoscopy)一词源于希腊语“Scopein”,意为“to see”。与内镜发明的目的相类似,早在公元前400年古罗马时代就有类似于窥器的医学工具,都是源自于人们对观察人体深部结构的强烈愿望。神经外科医生 Cushing 和鼻科医生 Hirsch 在1910年6月4日同时发表采用经蝶入路垂体瘤切除手术。但之后,由于普通光学照明无法满足颅脑深部手术的需要,大多数神经外科医生仍采用开颅手术的方法切除垂体瘤。即使显微镜出现之后,神经外科医生仍然更倾向采用进行显微镜开颅和经蝶手术,因为他们从住院医师开始都是接受显微镜下的操作训练。随着科学技术的进步,内镜经过100多年的不断发展更新,从上世纪八十年代开始,鼻科医生首先将硬质内镜应用于鼻窦和垂体瘤手术。直至1997年美国匹兹堡医学中心神经外科 Jho 报道了50例内镜下垂体瘤切除手术<sup>[1]</sup>,神经外科医生才认识到这种技术可以显著提高肿瘤全切除率,对鼻腔功能影响小,功能恢复快<sup>[2]</sup>。目前,内镜经鼻蝶入路切除垂体瘤已被大多数术者所广泛应用<sup>[3-6]</sup>。

## 1 内镜鼻颅底外科(endoscopic endonasal skull base surgery, EESBS)发展现状

EESBS 经过20年的技术改进,内镜经鼻入路(endoscopic endonasal approach, EEA)自最初应用于鼻窦和垂体瘤手术,已经取得长足进步,手术区域不单局限于蝶窦和鞍底,EEA 的概念延伸至内镜扩大鼻颅底手术(expanded endoscopic endonasal approach, EEEA)<sup>[7-9]</sup>。EEA 入路具有诸多优点,可以直接显露肿瘤,将重要的神经血管结构向侧方移位,减少对周围毗邻神经血管组织的牵拉并避免潜在损伤。EEEA 是指利用鼻腔副鼻窦与邻近颅底结构的关系,扩大切除额窦、上颌窦、筛窦和蝶窦,显露前颅底(筛板、蝶骨平板)、眶内侧壁、鞍结节、鞍底、海绵窦、斜坡、C1后弓和齿状突等中线颅底的重要解剖结构,以及以翼腭窝和颞下窝为主的侧颅底重要解剖结构<sup>[10-12]</sup>,相对应的手术入路主要分为颅底中线入路和侧颅底入路,其中以下述几种入路最为常用。

### 1.1 经鞍结节入路

经鞍结节入路是最有代表性的扩大颅底中线入路之一,神经外科将其应用于鞍区肿瘤切除,主要包括巨大侵袭性垂体腺瘤、鞍上型颅咽管瘤和鞍区脑膜瘤<sup>[8,13]</sup>。该入路切除鞍上型颅咽管瘤可以明显提高肿瘤全切除率,最大限度保留垂体和垂体柄的功能,改善视神经功能,避免严重下丘脑损伤,具有逐步替代大多数开颅手术的发展前景<sup>[14-16]</sup>。经鞍结节入路切除鞍区脑膜瘤虽然仍有争议,但是该入路对视力的改善作用优于开颅手术<sup>[9,16]</sup>。美国匹兹堡医学中心(UPMC)报道的75例鞍区脑膜瘤病人,其中85%患者手术后视力恢复,仅2例患者视力损害加重。目前公认的适应证包括:鞍膈脑膜瘤、主体低于蝶骨平板水平的鞍结节脑膜瘤、肿瘤累及视神经管<sup>[8]</sup>。

### 1.2 经蝶骨平台/筛板入路

采用扩大颅底中线骨窗,向前延伸到达蝶骨平台及筛板,适用于嗅神经母细胞瘤、嗅沟脑膜瘤切除。该入路的优点在于避免牵拉脑组织、早期阻断肿瘤血供以及对肿瘤边缘的良好显示<sup>[17]</sup>。有研究表明,内镜下神经母细胞瘤手术相比开颅手术预后更好<sup>[18]</sup>。但是该入路因硬脑膜缺损范围较大,因此术后脑脊液鼻漏的风险仍较高。一项50例嗅沟脑膜瘤的研究结果显示肿瘤全切除率(Simpson I级)为67%,但是该组病人脑脊液漏发生率高达30%,所以该入路的安全性仍然存疑<sup>[19]</sup>。

### 1.3 经斜坡入路

经斜坡入路已成为治疗斜坡区、岩斜坡区以及后颅窝毗邻斜坡区域硬脑膜内外病变的重要手段,适用脊索瘤、软骨瘤/软骨肉瘤、骨巨细胞瘤等骨源性肿瘤为主的颅底肿瘤<sup>[20-21]</sup>。经斜坡入路可分为上斜坡入路、中斜坡入路和下斜坡入路,这种腹侧手术入路可以处理中线及向两侧生长的病变,即使是累及整个斜坡区的较大肿瘤也可以通过经鼻斜坡入路切除。所以替代了大多数的传统显微开颅手术。

### 1.4 侧颅底入路

采用经上颌窦-翼突入路可以显露海绵窦和麦氏腔,手术处理 Knosp 4级的垂体瘤、神经鞘瘤、胆固醇肉芽肿、脑膜瘤、sternberg 脑膜脑膨出等病变<sup>[22-23]</sup>。有术者从内镜经鼻入路视角来阐述肿瘤

与海绵窦之间的解剖关系,有临床应用价值<sup>[8]</sup>。根据肿瘤侵犯海绵窦段颈内动脉(ICA)的关系将海绵窦分成上、后、下和外侧四个腔室。经标准鞍底入路可进入海绵窦上方和后方腔室,而经翼突入路可以进入下方和外侧腔室。海绵窦上腔室位于海绵窦 ICA 水平段之上、前膝后方,是垂体腺瘤侵袭海绵窦的通常侵犯上腔室。后腔室位于海绵窦段 ICA 的后方,有外展神经和垂体下动脉走行于此。下腔室位于海绵窦 ICA 水平段下方、垂直段前方。海绵窦的外侧腔室是指海绵窦 ICA 外侧部分,通常有颅神经 III, IV 和三叉神经的第一支走行。kassam 等报告了向海绵窦的外侧和下方侵犯的麦克氏腔病变的手术经验,最常见的病变是腺样囊性癌、脑膜瘤和神经鞘瘤,效果良好<sup>[24]</sup>。

### 1.5 眶尖/眶上裂/眼眶

该入路通过联合暴露上颌窦和筛窦,可用于视神经管或眼眶减压、切除球后视神经内侧的病变。通过采用这种入路,可以完成 180°视神经减压<sup>[25]</sup>。

## 2 限制 EESBS 发展的瓶颈

神经内镜发展历史是一个科技发展影响外科技术的鲜明例证。但是,目前仍然有诸多因素限制神经内镜开展和普及。

### 2.1 内镜设备和相关器械

由于手术腔道和颅底解剖结构的特点,对鼻颅底内镜的制造要求比较高,主要体现在:保证图像足够清晰的前提下,内镜镜体越细越好,因此新型内镜总是首先运用于体腔手术,然后再逐步进入颅底神经外科领域。现有的内镜成像能力已经可以完全满足颅底深部手术需要,但是内镜镜体仍然占去鼻腔通道一定空间,镜后盲区也是内镜的固有缺陷,术者虽可以通过反复操作训练适应和弥补这些不足,但对深部重要操作仍然存在不安全因素。随着鼻颅底技术不断改进和拓展应用,许多深部神经血管的分离和电凝操作愈发精细,而现有的鼻颅底器械多改进自传统开颅显微器械,精细度相对不足,新设计的内镜显微器械仍然匮乏。

### 2.2 术者

许多有经验的神外科医生已经习惯显微镜的三维直视视野,很难接受并改变为在内镜的二维监视器屏幕下进行脑深部操作,相对匮乏的配套内镜手术器械和内镜学解剖知识、不可预知且处理棘手的手术并发症使许多神经外科医生望而却步。神经

外科与鼻科的学科间交流屏障也是限制神经内镜在颅底手术开展的重要原因<sup>[26]</sup>。

### 2.3 手术并发症

EESBS 的主要潜在风险是术后脑脊液鼻漏和颅内感染,也是最被人诟病的入路先天缺陷。文献报道术后颅内感染发生率为 0.7% ~ 3.1%<sup>[27]</sup>,UP-MC 报道的 1 000 例内镜鼻颅底手术后颅内感染发生率为 1.8%<sup>[28]</sup>。术中硬脑膜开放和术后脑脊液鼻漏是导致术后颅内感染的高危因素,围手术期无脑脊液漏手术术后感染率为 0.1%,然而伴有脑脊液漏者的术后感染率则高达 13%<sup>[29]</sup>,所以术中预防感染和修补颅底硬膜缺损是 EESBS 的重要环节,其重要性有时更甚于肿瘤切除。随着 EESBS 范围扩大涉猎至后颅窝和侧颅底,颅神经功能手术损伤并发症日益增多,颅神经和脑功能电生理监测应受到鼻颅底手术医生足够重视<sup>[24,30]</sup>。

## 3 如何安全有效开展 EESBS

EESBS 利用鼻腔自然腔隙,内镜显露明显优于传统显微开颅手术,不仅可以提高颅底肿瘤的切除率,而且避免了开颅手术中神经血管牵拉损伤所导致的严重并发症,随着技术的不断改进,手术领域时有突破性拓展,足见其无限的发展前景。但这些复杂手术面对的主要挑战有:颅底缺损重建、颅神经功能损害、较长的学习曲线和多学科合作。

### 3.1 重视颅底重建

扩大经鼻内镜入路与开颅手术不同之处在于颅底重建的重要性往往大于病灶切除,因为鼻腔属于 II 类污染切口,一旦发生术后脑脊液漏可能会危及患者生命,这是在规划手术方案和颅底重建方式时需要重点考虑的因素。以带蒂血管黏膜瓣多重修复技术为代表的颅底重建技术显著降低了了内镜扩大鼻颅底入路导致的脑脊液漏发生率,术后脑脊液漏的发生率由 10 年前的 20% ~ 25% 降低至现今的 1% ~ 5%<sup>[31]</sup>。除了重视术中颅底重建之外,术后管理同样非常重要。对于术中高流量脑脊液漏,建议采用术后留置腰穿持续引流以减少脑压对修补部位的冲击,尽量避免术后用力也是减少术后脑脊液漏发生的重要措施。

术者首先应判断是否存在脑脊液漏,如无脑脊液漏则无需重建,如术前预见可能会出现脑脊液漏,可以预做黏膜瓣切口(rescue flap)。其次应判断脑脊液漏的流量高低,对于打开脑池及脑室(三脑室)

后的高流量脑脊液漏,应尽可能选择带蒂血管黏膜瓣进行颅底重建。对于沿中线位于筛板、蝶骨平板、鞍结节和斜坡上三分之二等部位的硬脑膜缺损,首选使用鼻中隔黏膜瓣进行多重修复,硬脑膜下修补材料有可吸收软性人工硬膜、脂肪和阔筋膜,硬脑膜外贴覆鼻中隔黏膜瓣,并采用碘仿纱条或球囊支撑。带蒂血管黏膜瓣重建颅底缺损时,应注意以下问题:①预留黏膜瓣面积需足够大,应超过骨窗缘,尤其应留意黏膜瓣近端部分,容易因覆盖不完全导致术后脑脊液漏;②充分磨除鼻中隔黏膜瓣近端部分的犁骨骨质,不然会导致黏膜瓣长度不够;③黏膜瓣与骨质之间不应间隔有黏膜或其他植入物,即充分剥离骨窗边缘的窦腔黏膜,这样有利于黏膜瓣快速与骨面粘合生长;④尽量保持黏膜瓣平整,避免翻转和扭曲所导致的缺血坏死。

对于较小的颅底缺损,可以根据解剖位置考虑就近选用带蒂血管中鼻甲黏膜瓣和下鼻甲黏膜瓣,但由于鼻甲骨的不规则形状增加了中鼻甲黏膜瓣的获取难度,采取的黏膜瓣局部变薄或缺损可能会削弱修复作用。对于颅底中线的大面积硬脑膜缺损,有些术者选取额骨膜瓣进行修补,取得很好的效果<sup>[32]</sup>。

### 3.2 术中神经电生理监测(intraoperative neurophysiological monitoring, IONM)在EESBS的应用

与开颅颅底手术相同,内镜鼻颅底手术同样存在脑功能和脑神经功能损伤的风险,IONM是一种安全可靠的术中监测和保护神经功能的方法,包括脑电图(EEG),体感诱发电位(SSEPs),运动诱发电位(MEPs),由脑神经和脑支配肌肉的自主运动和刺激触发的肌电图(EMG),听觉诱发电位(BAEPs),视觉诱发电位(VEPs)等数种方法,有作者提出使用多模态的方法全面实时监测内镜鼻颅底手术对神经功能的影响,其重要性在海绵窦、岩斜、齿状突、眶尖等手术中显得尤为突出<sup>[33]</sup>。

3.2.1 脑电图(EEG)能够实时显示大脑皮层神经元电活动产生的电位,可反应术中脑皮质血流灌注情况,帮助显示是否存在血管痉挛。EEG可帮助麻醉师维持适当的镇静水平,观察麻醉引起的脑电图变化,有助于预测并解释其他神经电生理变化。

3.2.2 体感诱发电位(SSEPs)可以提供有关皮质和皮质下功能状态的有效信息,包括血流灌注和神经完整性。

3.2.3 运动诱发电位(MEPs)用于监测长的运动神经通路是否有损伤。在内镜鼻颅底手术中需结合

颅神经运动功能监测进行综合判断。

3.2.4 肌电图(EMG)适用于颅底、脊柱和周围神经手术。越来越多的鼻颅底术者将其运用于内镜经鼻颅底手术。EMG可以在手术过程中提供实时神经刺激反馈,准确定位肿瘤内部的运动或运动感觉混合神经,在肿瘤切除前/中/后期准确地评估颅神经运动功能的完整性。一般使用皮下或肌内针电极记录,颅神经及对应检测肌肉描述如下。CN III:眼球下直肌或上直肌;CN IV:眼球上斜肌;CN V:咬肌或颞肌;CN VI:眼球外直肌;CN VII:眼轮匝肌,口轮匝肌;CN IX:茎突咽肌;CN X:声带肌;CN XI:上斜方肌;CN XII:舌肌。

3.2.5 听觉诱发电位(BAEPs)术中监测听觉系统的血管灌注以及神经功能完整性,包括从前庭-耳蜗神经到脑干核团及下丘整个听觉通路。只要手术前预判存在脑干缺血的可能性,均建议使用BAEP。

3.2.6 视觉诱发电位(VEPs)用于术中以监测视觉通路,包括从视前视神经起到纹状皮质。目前有大量关于其在内镜经鼻手术中的报道,但尚无证据表明术中使用VEP监测可以准确地检测并有助于预防视觉通路损伤。且已有报道表明,术中VEP波形变化与术后视力改善或恶化无关。因此,在内镜经鼻颅底手术中不推荐使用VEPs。

### 3.3 多学科合作在EESBS中的重要地位

颅底外科属于交叉学科,处于多个专业学科交汇点,EESBS要求由神经外科医生和鼻科医生合作完成<sup>[20,26]</sup>。开颅手术以顺序性的团队操作为特征,团队中的每个神经外科医生独立完成开颅手术中的某一部分,而内镜经鼻内镜手术则是真正意义上的团队手术,因为手术中绝大部分时间都需要神经外科和鼻科医生同时协作进行,这需要与开颅手术截然不同的合作模式,但可能达到比单一专科独立手术都要更好的手术效果。神经外科医生和鼻科医生外科解剖和临床培训的差异主要与不同的知识领域、手术技能及肿瘤学知识有关。两个专科的医生虽然都参与整个手术过程,但侧重点有所不同,鼻科医生主导颅底硬脑膜外入路和肿瘤切除的操作,而神经外科医生则主要关注累及颅底腹侧或延伸至颅内的肿瘤切除,双方共同参与颅底重建工作。术后根据肿瘤的类型,分别由相应专科的医生进行术后管理(术后辅助治疗和肿瘤复发监测),鼻科医生还需负责患者的术后鼻腔护理。

由两个不同专科的医生组成的综合团队有两个

优势:一是可以接触到不同的病人群体及转诊资源,二是不同专业的知识及技能可以形成互补。此外,经验丰富且善于交流的团队会产生有益的思想碰撞,积极对技术进行创新,重视病患的综合性治疗。当然,如果当两个专科的医生分属不同医院,或有其他阻碍合作的因素存在时,经过适当训练的两名神经外科医生或两名鼻科医生也可协同完成手术。

团队合作的基本要素是:①团队成员能够善于接受新的想法和建议,并愿意根据循证医学证据对医疗决策进行重新评估并及时作及时改进,能够相互妥协并适应变化的团队才会成为最成功的团队;②按照2人4手操作模式,经过长时间术中熟练配合,达到最佳手术效果。因为经验丰富的助手不但可以提高手术效率,还可以协助主刀医生来做一些决策并解决问题,有时可以帮助调节主刀医生可能出现的冲动情绪。

除神经外科和鼻科医生之外,根据患者年龄、颅底病变所涉及的解剖区域和综合治疗手段,多学科团队还应包括头颈外科、内分泌科、儿科、放射外科、肿瘤科和手术室护士等。团队成员发挥自身学科优势,密切合作,为患者提供最佳治疗<sup>[34]</sup>。

#### 4 EESBS 展望

相比较传统显微镜颅底外科手术,EESBS的许多工作仍处于探索阶段,内镜鼻颅底解剖理论尚处于不断完善之中,术者应善于学习新技术,提出新理念,改进手术入路<sup>[35-36]</sup>。多学科团队合作,重视对术中和术后鼻腔功能的保护、减少术后脑脊液漏、鞍区肿瘤术后内分泌功能的重建、术中保护重要皮质传导束和颅神经功能起到非常重要的作用,结合虚拟现实手术计划和培训系统、3D内镜技术、智能化内镜手术机器人等现代科技,以及不断改进的手术器械和颅底修补材料,为今后安全有效地探索和发展EESBS提供强力支撑。除此之外,鼻颅底外科医生应该掌握颅底手术中的全部术式,包括内镜经鼻手术和开颅手术,不然给予患者的治疗方案也将会十分有限,内镜经鼻和开颅的联合运用可以最大限度切除颅底肿瘤,也是EESBS今后发展的主要方向。

#### 参考文献:

[1] Jho HD, Carrau RL. Endoscopic endonasal transsphenoidal sur-

gery: experience with 50 patients [J]. *J Neurosurg*, 1997, 87 (1):44-51.

[2] Rioja E, Bernal-Sprekelsen M, Enriquez K, et al. Long-term outcomes of endoscopic endonasal approach for skull base surgery: a prospective study [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2016, 273 (7):1809-1817.

[3] Paluzzi A, Fernandez-Miranda JC, Tonya Stefko S, et al. Endoscopic endonasal approach for pituitary adenomas: a series of 555 patients [J]. *Pituitary*, 2014, 17(4):307-319.

[4] Hofstetter CP, Shin BJ, Mubita L, et al. Endoscopic endonasal transsphenoidal surgery for functional pituitary adenomas [J]. *Neurosurg Focus*, 2011, 30(4):E10.

[5] Esquenazi Y, Essayed WI, Singh H, et al. Endoscopic endonasal versus microscopic transsphenoidal surgery for recurrent and/or residual pituitary adenomas [J]. *World Neurosurg*, 2017, 101:186-195.

[6] Messerer M, De Battista JC, Raverot G, et al. Evidence of improved surgical outcome following endoscopy for nonfunctioning pituitary adenoma removal [J]. *Neurosurg Focus*, 2011, 30(4):E11.

[7] Folbe AJ, Svider PF, Liu JK, et al. Endoscopic resection of clival malignancies [J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2017, 50(2):315-329.

[8] Zwagerman NT, Zenonos G, Lieber S, et al. Endoscopic transnasal skull base surgery: pushing the boundaries [J]. *J Neurootocol*, 2016, 130(2):319-330.

[9] Castlen JP, Cote DJ, Zaidi HA, et al. The extended, transnasal, transsphenoidal approach for anterior skull base meningioma: considerations in patient selection [J]. *Pituitary*, 2017, 20(5):561-568.

[10] Patel CR, Fernandez-Miranda JC, Wang WH, et al. Skull base anatomy [J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2016, 49(1):9-20.

[11] Abhinav K, Panczykowski D, Wang WH, et al. Endoscopic endonasal interdural middle fossa approach to the maxillary nerve: anatomic considerations and surgical relevance [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2017, 13(4):522-528.

[12] Zenga F, Pacca P, Tardivo V, et al. Endoscopic endonasal approach to the odontoid pathologies [J]. *World Neurosurg*, 2016, 89:394-403.

[13] Koutourousiou M, Gardner PA, Fernandez-Miranda JC, et al. Endoscopic endonasal surgery for giant pituitary adenomas: advantages and limitations [J]. *J Neurosurg*, 2013, 118(3):621-631.

[14] Liu JK, Christiano LD, Patel SK, et al. Surgical nuances for removal of retrochiasmatic craniopharyngioma via the endoscopic endonasal extended transsphenoidal transplanum transtuberulum approach [J]. *Neurosurg Focus*, 2011, 30(4):E14.

[15] Koutourousiou M, Gardner PA, Fernandez-Miranda JC, et al. Endoscopic endonasal surgery for craniopharyngiomas: surgical outcome in 64 patients [J]. *J Neurosurg*, 2013, 119(5):1194-1207.

[16] Liu JK, Sevak IA, Carmel PW, et al. Microscopic versus endoscopic approaches for craniopharyngiomas: choosing the optimal

- surgical corridor for maximizing extent of resection and complication avoidance[J]. *Neurosurg Focus*, 2016, 41(6):E5.
- [17] Muskens IS, Briceno V, Ouwehand T, et al. The endoscopic endonasal approach is not superior to the microscopic transcranial approach for anterior skull base meningiomas-a meta-analysis[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2018, 160(1):59-75.
- [18] Roxbury CR, Ishii M, Gallia GL, et al. Endoscopic management of esthesioneuroblastoma[J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2016, 49(1):153-165.
- [19] Abbassy M, Woodard TD, Sindwani R, et al. An overview of anterior skull base meningiomas and the endoscopic endonasal approach[J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2016, 49(1):141-152.
- [20] Freeman JL, DeMonte F, Al-Holou W, et al. Impact of early access to multidisciplinary care on treatment outcomes in patients with skull base chordoma[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2018, 160(4):731-740.
- [21] Vaz-Guimaraes F, Fernandez-Miranda JC, Koutourousiou M, et al. Endoscopic endonasal surgery for cranial base chondrosarcomas [J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2017, 13(4):421-434.
- [22] Truong HQ, Sun X, Celtikci E, et al. Endoscopic anterior transmaxillary "transalisphenoid" approach to Meckel's cave and the middle cranial fossa: an anatomical study and clinical application[J]. *J Neurosurg*, 2018, 2:1-11.
- [23] Patel CR, Wang EW, Fernandez-Miranda JC, et al. Contralateral transmaxillary corridor: an augmented endoscopic approach to the petrous apex[J]. *J Neurosurg*, 2018, 129(1):211-219.
- [24] Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL, et al. The front door to meckel's cave: an anteromedial corridor via expanded endoscopic endonasal approach: technical considerations and clinical series [J]. *Neurosurgery*, 2009, 64(3 Suppl):ons71-83.
- [25] Paluzzi A, Gardner PA, Fernandez-Miranda JC, et al. "Round-the-Clock" surgical access to the orbit[J]. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2015, 76(1):12-24.
- [26] Snyderman CH, Wang EW, Fernandez-Miranda JC, et al. The making of a skull base team and the value of multidisciplinary approach in the management of sinonasal and ventral skull base malignancies[J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2017, 50(2):457-465.
- [27] Dumont AS, Nemerlut EC, Jane JA, et al. Postoperative care following pituitary surgery [J]. *J Intensive Care Med*, 2005, 20(3):127-140.
- [28] Kono Y, Prevedello DM, Snyderman CH, et al. One thousand endoscopic skull base surgical procedures demystifying the infection potential: incidence and description of postoperative meningitis and brain abscesses [J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2011, 32(1):77-83.
- [29] Johans SJ, Burkett DJ, Swong KN, et al. Antibiotic prophylaxis and infection prevention for endoscopic endonasal skull base surgery: Our protocol, results, and review of the literature [J]. *J Clin Neurosci*, 2018, 47:249-253.
- [30] Thirumala PD, Mohanraj SK, Habeych M, et al. Value of free-run electromyographic monitoring of lower cranial nerves in endoscopic endonasal approach to skull base surgeries[J]. *J Neurol Surg B Skull Base*, 2012, 73(4):236-244.
- [31] Chakravarthi S, Gonen L, Monroy-Sosa A, et al. Endoscopic endonasal reconstructive methods to the anterior skull base[J]. *Semin Plast Surg*, 2017, 31(4):203-213.
- [32] Patel MR, Shah RN, Snyderman CH, et al. Pericranial flap for endoscopic anterior skull-base reconstruction: clinical outcomes and radioanatomic analysis of preoperative planning[J]. *Neurosurgery*, 2010, 66(3):506-512.
- [33] Shkarubo AN, Chernov IV, Ogurtsova A, et al. A neurophysiological identification of cranial nerves during endoscopic endonasal surgery of skull base tumors: pilot study technical report [J]. *World Neurosurg*, 2017, 98:230-238.
- [34] Freeman JL, DeMonte F, Al-Holou W, et al. Impact of early access to multidisciplinary care on treatment outcomes in patients with skull base chordoma[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2018, 160(4):731-740.
- [35] 张晓彪. 全面推进神经内镜技术在神经外科中的运用[J]. *中华神经外科杂志*, 2017, 33(10):975-978.
- Zhang XB. Comprehensive advancement of the application neuro-endoscopic technique in Neurosurgery [J]. *Chinese Journal of Neurosurgery*, 2017, 33(10):975-978.
- [36] Zhang M, Singh H, Almodovar-Mercado GJ, et al. Required reading: the most impactful articles in endoscopic endonasal skull base surgery[J]. *World Neurosurg*, 2016, 92:499-512. e2.

(收稿日期:2018-06-30)