

# 翼腭窝三维可视模型的建立及内镜下解剖结构分析\*☆

王小路<sup>1</sup>, 李健<sup>1</sup>, 单希征<sup>1</sup>, 高建华<sup>2</sup>

## Establishment of a three-dimensional visible model of pterygopalatine fossa and endoscopic anatomy analysis

Wang Xiao-lu<sup>1</sup>, Li Jian<sup>1</sup>, Shan Xi-zheng<sup>1</sup>, Gao Jian-hua<sup>2</sup>

### Abstract

**BACKGROUND:** A thorough anatomical knowledge of the pterygopalatine fossa (PPF) is important for PPF surgery. It is very important to develop an digitized visible model that could illustrate the endoscopic anatomy of the PPF and familiarize the endoscopic surgeon with its complex anatomy.

**OBJECTIVE:** To develop a digitized visible model to demonstrate the endoscopic anatomy of PPF to provide surgical instruction for transpterygoid approach.

**METHODS:** According to coronal CT data of one patient, a digitized visible model of the PPF was established by MOI and SketchUp software package. The model was put in the ideal model of the nasal cavity. The wide nasointra window was opened and the posterior antrum wall was removed to provide access to the PPF. The spatial directions were observed.

**RESULTS AND CONCLUSION:** 3D model of PPF and their adjacent structures was successfully established for endonasal endoscopic surgery, allowing the user to interact with the data and manipulate them (X-ray, internal observation). The model can be observed in special visual field, providing accurate morphological data for surgery guidance plan. Using an endoscopic approach, the internal maxillary artery and its branches, descending palatine artery, sphenopalatine artery, posterior nasal artery, foramen rotundum, pterygoid canal, sphenoid sinus, infraorbital fissure, optic nerve canal pterygoid process of the sphenoid, and internal carotid artery were observed. The transformations of the spatial directions were observed. The method for creating digitized visible models using MOI and SketchUp software package is simple and feasible. This model provides the means to learn the endoscopic anatomy of the PPF and may be used for the simulation of surgical techniques.

Wang XL, Li J, Shan XZ, Gao JH. Establishment of a three-dimensional visible model of pterygopalatine fossa and endoscopic anatomy analysis. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(52): 9764-9767. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

<sup>1</sup>Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, <sup>2</sup>Department of Computed Tomography, General Hospital of Chinese People's Armed Police Forces, Beijing 100039, China

Wang Xiao-lu, ☆  
Doctor, Attending physician,  
Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, General Hospital of Chinese People's Armed Police Forces, Beijing 100039, China  
lwh\_ln@163.com

Correspondence to: Shan Xi-zheng, Master, Professor, Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, General Hospital of Chinese People's Armed Police Forces, Beijing 100039, China

Supported by a grant from General Hospital of Chinese People's Armed Police Forces, No. WZ2009017

Received: 2010-07-18  
Accepted: 2010-09-21

### 摘要

**背景:** 正确理解翼腭窝解剖是翼腭窝手术的关键, 翼腭窝可视模型对帮助医生详细了解内镜下翼腭窝的复杂结构非常重要。

**目的:** 建立翼腭窝三维可视模型显示内镜下翼腭窝的相关解剖结构, 为翼腭窝手术入路提供指导。

**方法:** 依据一位患者冠状位 CT 血管成像数据, 通过 MOI 自由设计大师和 SketchUp 软件构建三维数字模型, 进行手术计划, 模拟经鼻内镜入路, 开放上颌窦口, 去除上颌窦后壁, 进入翼腭窝, 提供特定视野及空间方向观察。

**结果与结论:** 成功构建翼腭窝及相邻解剖结构的可视模型, 为鼻内镜手术入路提供帮助, 使用者可与模型进行交互作用并可任意操作模型(包括射线模式, 内部观察), 可在特定视野内随时观察, 为手术计划提供准确的形态信息, 包括颌内动脉及其分支, 腭降动脉, 蝶腭动脉, 后鼻动脉, 圆孔, 翼管, 蝶窦, 眶下裂, 视神经管, 翼突, 颈内动脉等。可见内镜下空间方向发生改变。结果提示, SketchUp 和 MOI 构建翼腭窝模型方法简单可行, 可帮助理解内镜下翼腭窝的解剖结构, 可模拟手术过程。

**关键词:** 翼腭窝; 可视化; 三维重建; 内镜; 解剖结构

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.52.019

王小路, 李健, 单希征, 高建华. 翼腭窝三维可视模型的建立及内镜下解剖结构分析[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(52):9764-9767. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

## 0 引言

翼腭窝是从鼻腔进入侧颅底的门户<sup>[1-6]</sup>, 是内镜侧颅底外科首先处理的问题。2008年有学者报道通过尸头解剖了解蝶腭孔及蝶腭动脉的解剖特征<sup>[7]</sup>, 以及通过尸头颈内动脉灌注彩色硅胶, 解剖翼腭窝的内在结构包括血管神经, 并在内镜下观察, 成为内镜下翼腭窝手术和教学的模型<sup>[8]</sup>, 但目前的研究都局限于尸头标本<sup>[9-20]</sup>。

作者利用1例正常人冠状位CT血管成像数

据, 首次构建翼腭窝的三维可视模型, 模拟内镜手术进程, 探讨内镜下翼腭窝解剖结构的空

## 1 材料和方法

**设计:** 单一样本观察。

**时间及地点:** 实验于2009-06/12在中国武警总医院完成。

**材料:** 数据来源于1位男性患者的CT血管成像冠位扫描(GE Light Speed VCR, 64排螺旋CT, 美国GE公司)(重建层厚和层间距0.5 mm)

图像, 年龄70岁, 翼腭窝结构正常。鼻内镜视野范围的测定为 $100^{\circ}$ [21-23]; 自由设计大师(Moment of Inspiration, MOI, 美国 Triple Squid Software Design) 及草图大师软件(SketchUp 5.0, 美国 @Last Software) 勾画解剖结构轮廓, 构建三维数字模型[21, 24]。

**方法:** 将构建的三维数字模型放入理想鼻腔模型[25-27]。模拟内镜空间下手术进程, 经鼻内镜入路, 开放上颌窦口, 去除上颌窦后壁, 进入翼腭窝, 提供特定视野观察对内镜下的解剖结构观察。

以鼻腔底部前端正中(O点)为起点, 分别固定内镜视轴与鼻腔底部的角度, 以仰角 $30^{\circ}$ 和 $37^{\circ}$ 、进镜距离40.00 mm和50.00 mm; 对空间解剖结构观察。

连续观察, 确定手术过程中视线方向上, 所遇到的解剖结构, 确定安全范围, 设计手术入路。

模拟内镜空间的解剖结构, 观察不同视野内空间影像的变化及解剖结构的空間位置关系及空间方向的变化。

**主要观察指标:** 构建翼腭窝三维可视模型特定角度和距离对空间结构的观察。

**手术入路过程观察:** 观察不同视野内空间方向的变化。

**设计、实施、评估者:** 设计与实施为第一、二、四作者, 评估者为第三作者, 均接受过CT影像的三维重建、AutoCAD、MOI和SketchUp软件建模的训练。

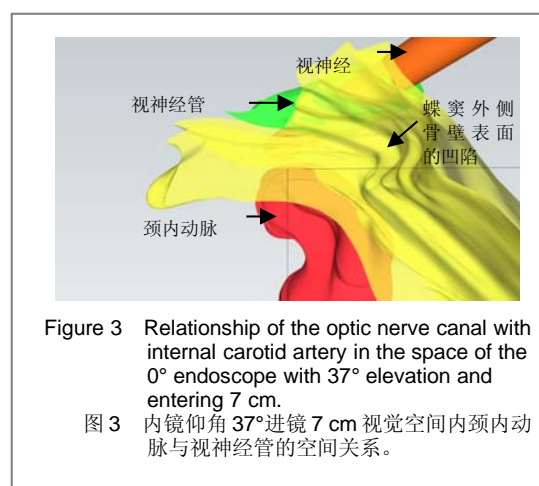
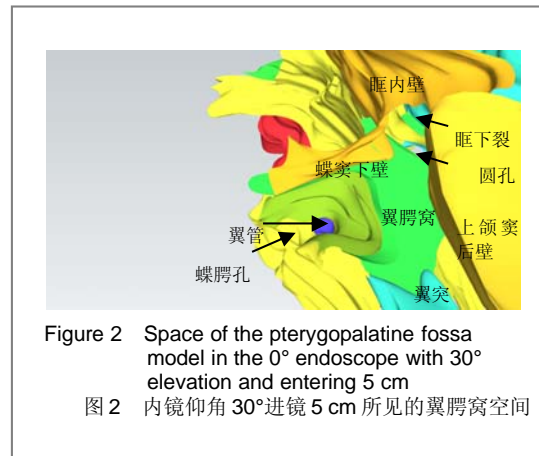
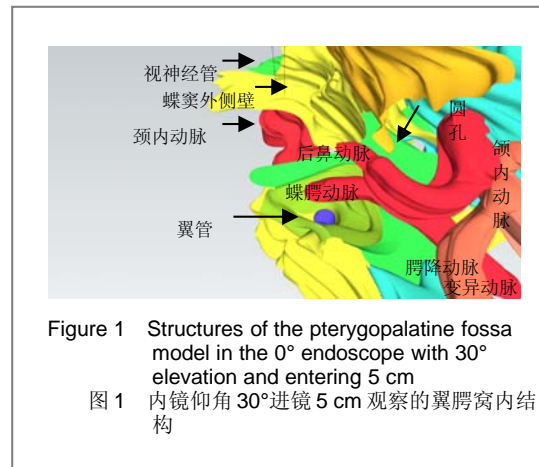
## 2 结果

成功构建翼腭窝及相邻解剖结构的三维模型, 具有真实比例, 形象直观, 为鼻内镜下翼腭窝手术入路提供帮助, 使用者可与模型进行交互作用并可任意操作模型(包括任意旋转、移动、清除、提取、缩放、相机功能、透视观察、X射线模式、内部行走观察), 随时动态观察, 也可任意直径和角度测量, 提供准确的形态信息。该模型既可以进行多个结构的分色显示, 也可在任意层面和剖面观察相应的解剖结构, 可在笔记本电脑内运行。

模型观察包括中鼻甲、下鼻甲、翼腭窝各壁、上颌窦后壁, 上颌动脉的分支包括腭降动脉、蝶腭动脉、后鼻动脉, 颈内动脉, 视神经管, 翼突, 翼腭裂, 圆孔, 翼管的空間位置和轮廓; 还可显示和了解个性化解剖结构特征如:

变异动脉。

以仰角 $30^{\circ}$ 和 $37^{\circ}$ 、进镜距离40.00 mm和50.00 mm, 在视觉空间内对空间解剖结构观察, 见图1~3。



武装警察部队总医院, 耳鼻咽喉-头颈外科; <sup>2</sup>CT室, 北京市100039

王小路☆, 男, 1971年生, 安徽省合肥市人, 汉族, 2003年中国协和医科大学毕业, 博士, 主治医师, 主要从事鼻颅底外科方面的研究。  
lwh\_ln@163.com

通讯作者: 单希征, 硕士, 教授, 武装警察部队总医院耳鼻咽喉-头颈外科, 北京市100039

中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 1673-8225 (2010)52-09764-04

收稿日期: 2010-07-18  
修回日期: 2010-09-21  
(20100718007/W·A)

模拟经鼻翼腭窝开放术中和术后解剖结构的变化; 为观察者提供正确的空间方位信息, 见图4~7。内镜仰角改变引起空间方向发生倾斜, 垂直方向向内上倾斜, 水平方向向内下倾斜。

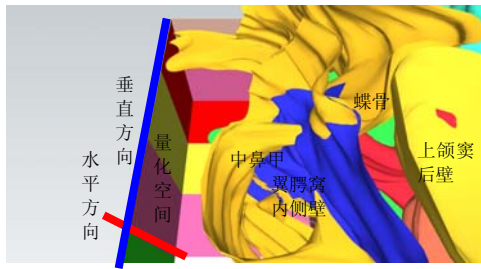


Figure 4 To open the internal wall of the maxillary sinus in the space of the 0° endoscope with 30° elevation and entering 5 cm  
图4 内镜仰角30°进镜5 cm 手术顺序开放上颌窦内侧壁

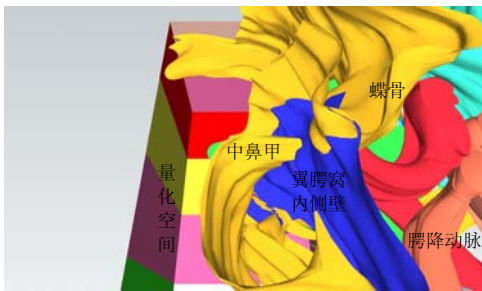


Figure 5 To open the internal wall and posterior wall of the maxillary sinus in the space of the 0° endoscope with 30° elevation and entering 5 cm  
图5 内镜仰角30°进镜5 cm 手术顺序显示开放上颌窦内侧和后壁

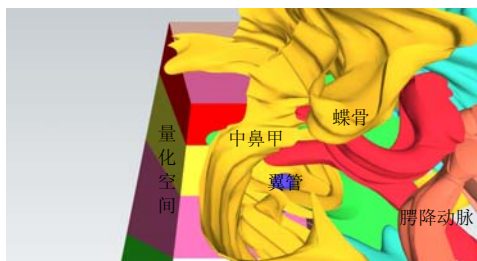


Figure 6 To open the internal wall of the pterygopalatine fossa showing the artery in the space of the 0° endoscope with 30° elevation and entering 5 cm.  
图6 内镜仰角30°进镜5 cm 手术顺序开放翼腭窝内侧壁显示血管

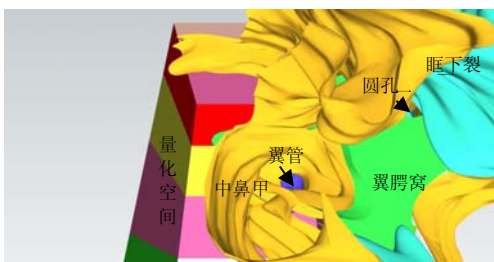


Figure 7 Space of the pterygopalatine fossa of the 0° endoscope with 30° elevation and entering 5 cm.  
图7 内镜仰角30°进镜5 cm 手术顺序清除血管显示翼腭窝空间

### 3 讨论

各种感染、神经及血管性疾病、肿瘤可以累及翼腭窝<sup>[28-34]</sup>, 翼腭窝的外科手术对医生是一种挑战, 复杂的血管神经结构是这一狭窄空间的特征, 并且不易理解, 多种解剖结构的变异及其深在的部位进一步增加手术的难度<sup>[8]</sup>, 鼻内镜翼腭窝入路提供了良好的视野, 可识别颌内动脉、及其分支, 并识别重要的神经结构, 此外通过此路径也可进入邻近区域, 包括鼻腔、眼眶、颞下窝, 颅中窝, 鼻咽部, 可控制颈内动脉、海绵窦病变。设置特定的观察角度和进镜距离, 血管结构位于神经组织之前, 因此通过血管结构可寻找到神经结构, 翼管神经损伤危害较少。因此医生熟知此区域的解剖结构, 对颅底相关手术有重要意义。

可视模型有助于全方位、多角度、立体形象理解翼腭窝的解剖结构, 受内镜透视规律影响, 内镜仰角改变引起视野中空间方向发生倾斜, 垂直方向向内上倾斜, 水平方向向内下倾斜, 对方向的正确把握可保障手术的安全性。依据进镜角度和进镜距离的不同, 内镜下翼腭窝的结构形态发生相应改变, 通过软件可模拟内镜空间, 随意改变进镜的距离和角度, 帮助医生正确理解内镜下翼腭窝及相关结构的空间位置关系, 这是CT影像三维重建及后处理技术(容积再现, Volume Rendering, VR)无法实现的功能<sup>[35]</sup>, 为内镜下翼腭窝手术奠定基础。

鼻内镜翼腭窝解剖研究多局限于尸头解剖, 有其诸多局限性: ①尸头较少, 不利运输, 存放不方便, 因此价格昂贵。②尸头解剖过程复杂, 解剖需要场地, 福尔马林刺激强, 解剖过程辛苦, 周期长, 解剖结构标本价格更昂贵。③尸头解剖过程具有不可逆性, 不能重复操作。④解剖操作人员有限, 不能多人参与。⑤内镜下解剖及观察需要内镜设备及相关内镜手术器械, 并且需要在特定地点观察。⑥解剖结构无透视功能需要切除浅层解剖结构才能显示深层解剖结构。⑦内镜下解剖及观察角度单一, 不能进行空间量化分析。⑧尸头解剖存在伦理问题。

翼腭窝可视模型有助于建立正确的解剖结构立体意象, 其实际意义大于解剖结构的具体测量, 因为手术中不可能测量, 内镜下测量的数值在视觉空间内无法判断, 只有特定进镜距离和角度内对解剖结构的观察才有意义, 达到虚拟现实的效果, 虚拟现实内镜模拟器ESS3在国外研究较多, 价格昂贵<sup>[36]</sup>, 翼腭窝可视模型性价比高。

翼腭窝可视模型可动态观察, 并弥补尸头标本不足因素同时具有虚拟现实的优势: ①便于携带和交流。②无刺激气味符合绿色环保要求。③解剖结构显示过程具有可逆性, 可重复多次使用。④任何人可独立操作, 多人同时观察解剖结构的显示。⑤可模拟内镜, 虚拟真实空间结构关系, 无需其他设备。⑥可对视觉空间结构分

层显示, 模拟手术过程, 并可进行结构间透明显示。⑦任意设定内镜进镜距离和角度, 并可多方位观察及空间量化分析。⑧无伦理问题。⑨可进行形象的内镜手术和解剖教学, 提高医生认知水平, 缩短医生的培养时间; 在真正接触患者之前学习和了解新的手术技能。

实验首次应用SketchUp和MOI 构建翼腭窝可视模型方法简单可行, 模拟手术过程帮助医生理解内镜下翼腭窝的解剖结构具有重要的价值。

#### 4 参考文献

- [1] Theodosopoulos PV, Guthikonda B, Brescia A, et al.Endoscopic approach to the infratemporal fossa: anatomic study.Neurosurgery. 2010;66(1):196-202.
- [2] Hofstetter CP,Singh A,Anan1 VK,et al.The endoscopic, endonasal, transmaxillary transpterygoid approach to the pterygopalatine fossa, infratemporal fossa, petrous apex, and the Meckel cave. J Neurosurg.2009; Nov 20. [Epub ahead of print]
- [3] Bai ZQ, Cai EY, Wang SQ, et al.Nasal cavity-maxillary sinus-pterygopalatine fossa-Meckel's cave: a preliminary anatomic study of an endoscopy-based operative approach. Neurosci Bull.2009;25(6):376-382.
- [4] Herzallah IR, Germani R, Casiano RR.Endoscopic transnasal study of the infratemporal fossa: a new orientation.Otolaryngol Head Neck Surg. 2009;140(6):861-865.
- [5] Fortes FS, Carrau RL, Snyderman CH,et al.Transpterygoid transposition of a temporoparietal fascia flap: a new method for skull base reconstruction after endoscopic expanded endonasal approaches.Laryngoscope.2007;117(6):970-976.
- [6] Magro F, Solari D, Cavallo LM, et al.The endoscopic endonasal approach to the lateral recess of the sphenoid sinus via the pterygopalatine fossa: comparison of endoscopic and radiological landmarks.Neurosurgery.2006;59(4 Suppl 2):ONS237-242.
- [7] Prades JM, Asanau A, Timoshenko AP, et al. Surgical anatomy of the sphenopalatine foramen and its arterial content.Surg Radiol Anat. 2008;30(7):583-587.
- [8] Fortes FS, Sennes LU, Carrau RL, et al.Endoscopic anatomy of the pterygopalatine fossa and the transpterygoid approach: development of a surgical instruction model. Laryngoscope. 2008; 118(1):44-49.
- [9] Ao Y, Zhang H.The anatomical study of the pterygopalatine fossa under endoscopy via the nasal cavity approach.Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi. 2009;23(12):535-538.
- [10] Abuzayed B, Tanriover N, Gazioglu N, et al. Extended endoscopic endonasal approach to the pterygopalatine fossa: anatomic study.J Neurosurg Sci.2009; 53(2):37-44.
- [11] Li J, Xu X, Wang J, Jing X, et al.Endoscopic study for the pterygopalatine fossa anatomy: via the middle nasal meatus-sphenopalatine foramen approach.J Craniofac Surg. 2009;20(3):944-947.
- [12] Feng G, Gao Z, Shen P, et al.[Applied anatomy of the internal maxillary artery in pterygopalatine fossa under transnasal endoscopic surgery]Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi. 2009;23(1):23-26.
- [13] Osawa S, Rhoton AL Jr, Seker A, et al. Microsurgical and endoscopic anatomy of the vidian canal.Neurosurgery.2009;64(5 Suppl 2):385-411.
- [14] Wang Y, Sui J, Li X, et al.The study on themicrosurgical anatomy of maxillary sinus approach pterygopalatine fossa.Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi.2007;21(19):869-872.
- [15] Isaacs SJ, Goyal P.Endoscopic anatomy of the pterygopalatine fossa.Am J Rhinol.2007;21(5):644-647.
- [16] Zhang Q, Zou J, Liu S,et al.The clinic anatomy of operation on pterygopalatine fossa through nasal cavity under endoscope.Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi.2007;21(5): 211-212.
- [17] Solari D, Magro F, Cappabianca P, et al.Anatomical study of the pterygopalatine fossa using an endoscopic endonasal approach: spatial relations and distances between surgical landmarks. J Neurosurg.2007;106(1):157-163.
- [18] Zhang QX, Liu SX, An HM,et al.Anatomic study of pterygopalatine fossa under endoscope. Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi.2006;41(1):35-37.
- [19] Cavallo LM, Messina A, Gardner P,et al. Extended endoscopic endonasal approach to the pterygopalatine fossa: anatomical study and clinical considerations. Neurosurg Focus.2005;15; 19(1):E5.
- [20] Alfieri A, Jho HD, Schettino R,et al.Endoscopic endonasal approach to the pterygopalatine fossa: anatomic study. Neurosurgery.2003;52(2):374-378.
- [21] Wang XL,Shan XZ,Gao JH,et al.Zhongguo Erbi Yanhou Toujing Waike. 2009;16(7): 359-361.  
王小路, 单希征, 高建华, 等. 三维可视模型在鼻内镜手术中的初探[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2009, 16(7): 359-361.
- [22] Wang XL,Shan XZ,Jia DJ,et al.Jiefangjun Yixue Wuzhi. 2007; 32(12): 1263-1265.  
王小路, 单希征, 贾德静, 等. 鼻内镜下空间垂直方向特征的研究[J]. 解放军医学杂志, 2007, 32(12): 1263-1265.
- [23] Wang XL,Shan XZ,Jia DJ,et al.Zhongguo Erbi Yanhou Toujing Waike. 2008;15(7): 418-421.  
王小路, 单希征, 贾德静, 等. 鼻内镜下空间方向的重复性[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2008, 15(7): 418-421.
- [24] Wang XL,Shan XZ,Gao JH.Wujing Yixue.Wujing Yixue. 2009;5: 404-406.  
王小路, 单希征, 高建华, 等. 三维可视模型在耳鼻咽喉头颈外科中的应用[J]. 武警医学, 2009, 5: 404-406.
- [25] Wang XL,Shan XZ. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2009;13(48): 9471-9475.  
王小路, 单希征. 以SketchUp软件模拟量化鼻内镜视觉空间方向的变化规律[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(48): 9471-9475.
- [26] Wang XL,Shan XZ,Gao JH.Zhonghua Erbi Yanhou Toujing Waike Zazhi. 2009;44(10): 857-860.  
王小路, 单希征, 高建华. 鼻内镜视觉空间内CT影像分析及应用[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2009, 44(10): 857-860.
- [27] Wang XL,Shan XZ,Gao JH.Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010, 14(26): 4796-4800.  
王小路, 单希征, 高建华. 额窦引流通路可视模型构建及空间方向分析[J].中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(26): 4796-4800.
- [28] Secchia V, Lenzi R, Casani AP, et al. Ectopic olfactory neuroblastoma arising in the pterygopalatine fossa.Otolaryngol Head Neck Surg.2010;142(3):460-461.
- [29] Chu EA,Saunders JR,Dubin MG.Endoscopic transpterygoid biopsy of a pterygopalatine fossa mass.Ear Nose Throat J.2010; 89(1):E28-29.
- [30] Kodama S, Kawano T, Suzuki M. Endoscopic transnasal resection of ectopic esthesioneuroblastoma in the pterygopalatine fossa: technical case report.Neurosurgery.2009;65(6 Suppl):E112-3.
- [31] Hwang KR, Lee JY, Byun JY,et al.Infraselar craniopharyngioma originating from the pterygopalatine fossa with invasion to the maxillary sinus.Br J Oral Maxillofac Surg.2009;47(5):422-424.
- [32] Aronsohn MS, Stringer SP, Brown HM.Utility of image guided surgery in the diagnosis of pterygopalatine fossa lesions. Laryngoscope. 2004;114(3):424-427.
- [33] Pasquini E, Sciarretta V, Farneti G, et al.Endoscopic endonasal approach for the treatment of benign schwannoma of the sinonasal tract and pterygopalatine fossa. Am J Rhinol.2002;16(2): 113-118.
- [34] Klossek JM, Ferrie JC, Goujon JM, et al.Endoscopic approach of the pterygopalatine fossa: report of one case.Rhinology.1994; 32(4): 208-210.
- [35] Mitchell AO, Alburger JF, Bolger WE, et al.Three-dimensional imaging of the pterygopalatine fossa.Otolaryngol Head Neck Surg. 2007;136(6):1014-1016.
- [36] Fried MP, Uribe JI, Sadoughi B. The role of virtual reality in surgical training in otorhinolaryngology.Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.2007;15:163-169.

#### 来自本文课题的更多信息——

**基金资助:** 中国武警总医院院级课题资助项目 (WZ2009017)。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

**课题的创新点:** 方法创新: 应用 AutoCAD、MOI 和 SketchUp 软件构建翼腭窝三维可视模型。技术创新: 对模型创新性进行空间结构及方位分析。理论创新: 提出内镜透视规律新理论, 未见相关研究报道。翼腭窝可视模型具有形象, 多角度, 模拟内镜手术图像的优点。

**课题评估的“金标准”:** 关课题以往未提出“金标准”指标评估, 本文创新性地通过模拟内镜图像, 观察特定仰角和进镜距离的内镜图像变化为手术提供帮助

**设计或课题的偏倚与不足:** 课题中对个体观察的角度要与临床实际应用中形成精确匹配。

**提供临床借鉴的价值:** 本课题以视觉空间的角度, 对翼腭窝和周围结构进行观察并进行空间方向分析, 具有显著的临床应用的价值和前景。