

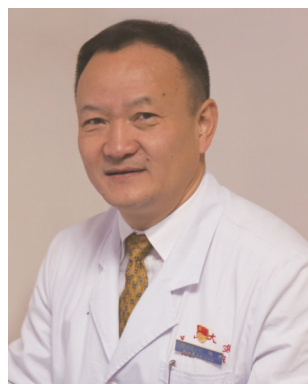
[DOI] 10.12016/j.issn.2096-1456.2019.11.002

· 专家论坛 ·

## 非结石性腮腺阻塞的成因分析

陶谦, 黄韵

中山大学附属口腔医院·光华口腔医学院·广东省口腔医学重点实验室, 广东 广州(510055)



**【通信作者简介】** 陶谦, 医学博士, 中山大学附属口腔医院口腔颌面外科教授, 博士生导师, 主任医师。擅长口腔颌面部肿瘤、外伤和唾液腺相关疾病的诊断与治疗。主持和参加国家自然科学基金及省、市科研基金等多项研究工作。现任广东省口腔医学会口腔颌面外科专业委员会常委,《口腔疾病防治》及《中华口腔医学研究杂志》(电子版)编委。主编专著《颌骨肿瘤的诊断与治疗》,发表SCI论文和中文核心期刊论文40余篇。

**【摘要】** 腮腺阻塞可引起腺体反复肿胀,以往多认为导管结石是引起阻塞的主要原因,但唾液腺内镜检查发现相当部分出现阻塞症状的腮腺的导管系统中并未存在结石或异物,表现出此类腮腺阻塞症状的疾病主要包括慢性复发性腮腺炎、非结石性慢性阻塞性腮腺炎、舍格伦综合征、IgG4相关性腮腺炎和放射性腮腺炎等,阻塞机理不明,病程迁延。本文在简析导管狭窄、扭曲和粘液栓子等可能导致腮腺阻塞因素的基础上,着重介绍一个新观点:“腮腺的导管系统+流动的唾液”构成一个微型流场。基于流体力学的原理,流场中的唾液流动可受导管汇流、变径和转折等影响,产生低速区、回流、逆流以及湍流等变化,影响唾液流动和正常排出,引发腮腺阻塞的症状。从导管解剖和唾液性状等两个变量分析引起腮腺阻塞的可能机制,有助于解释非结石性腮腺阻塞的成因。

**【关键词】** 腮腺; 炎症; 非结石性腮腺阻塞; 腮腺导管; 唾液腺内镜; 微流场; 流体力学

**【中图分类号】** R781.7 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2019)11-0689-06

**【引用著录格式】** 陶谦,黄韵.非结石性腮腺阻塞的成因分析[J].口腔疾病防治,2019,27(11):689-694.

**Analysis of causes for non-stone parotid obstructions** TAO Qian, HUANG Yun. Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangzhou 510055, China

Corresponding author: TAO Qian, Email: taoqian@mail.sysu.edu.cn, Tel: 86-20-83846030

**【Abstract】** Parotid obstructions can cause repeated swelling of the glands. Previously, duct stones were thought to be the main cause of obstructions, but salivary gland endoscopy examinations have revealed the absence of stones or foreign bodies in the duct system of the parotid glands with obstructive symptoms. Diseases of the parotid gland with obstructive symptoms include chronic recurrent parotitis, non-stone chronic obstructive parotitis, Sjögren's syndrome, IgG4-related parotitis and radiation-induced parotitis. The mechanism of obstructions is unknown, and the disease course is prolonged. In this paper, based on a brief analysis of duct stenosis, distortion and mucus emboli, which may lead to pa-



开放科学(资源服务)标识码(OSID)

**【收稿日期】** 2019-03-30; **【修回日期】** 2019-05-05

**【基金项目】** 广东省科技计划项目(2017A020211025)

**【通信作者】** 陶谦,教授,博士,Email: taoqian@mail.sysu.edu.cn, Tel: 86-20-83846030

rotid obstructions, a new perspective is emphasized: the duct system of the parotid and flowing saliva constitute a micro-flow field. Based on the principle of fluid mechanics, the flow of saliva in the flow field can be affected by the confluence, diameter changes, and twist of the ducts. This outcome results in changes in the low velocity zone, backflow, counterflow and turbulence; affects saliva flow and normal discharge; and causes symptoms of parotid obstruction. An analysis of the possible mechanisms of parotid obstruction using two variables, duct anatomy and saliva traits, helps explain the causes of nonstone parotid obstructions.

**【Key words】** parotid; inflammation; non-stone parotid obstructions; parotid duct; salivary gland endoscopy; micro-flow field; hydrodynamics

**J Prev Treat Stomatol Dis, 2019, 27(11): 689-694.**

腮腺导管阻塞导致唾液排出障碍,主要表现为受累腺体反复肿胀。“慢性阻塞性腮腺炎”或“涎石症”等常被应用为这类疾病的临床诊断,并认为结石、异物和狭窄等诸多原因均可影响唾液流动。“慢性阻塞性腮腺炎”由王松灵等<sup>[1]</sup>提出,直接表述了疾病的主要症状,用于诊断各种原因引起的唾液流出受阻而使腮腺反复肿胀的疾病,但未明确反映出阻塞的成因;“涎石症”也称“唾液腺结石病”,反映了阻塞的具体病因,然而80%的唾液腺结石发生在下颌下腺,绝大多数下颌下腺阻塞亦由结石所致,因此“涎石症”多用于阻塞性下颌下腺炎的诊断。腮腺结石却相对少见,腮腺阻塞与结石的相关度远不及下颌下腺高,近年来的唾液腺内镜的临床应用更直观地证实了这一点:①笔者回顾了唾液腺内镜诊治腮腺阻塞的相关文献,选择其中样本量较大、可信度较高的6篇文献<sup>[2-7]</sup>,共涉及366个病例,然而仅97例内镜下可见结石,结石引起腮腺阻塞的比例为0.0%~42.3%(表1),平均为 $25.2\% \pm 2.5\%$ ;②南卡罗来纳医科大学唾液中心报告了1 659例唾液腺阻塞病例<sup>[8]</sup>,其中结石引起的为765例,约占46.1%,考虑到结石多见下颌下腺等因素,可以合理推测该组资料中腮腺结石的发生率远远低于50%;③笔者在临床实践中也发现超过半数的腮腺阻塞患者导管内未见结石(图1)。从上述资料可以初步推断:存在导致腮腺阻塞的非结石因素,传统的“慢性阻塞性腮腺炎”或“涎石症”等诊断就显得不够全面和准确。因此,文中暂用“非结石性腮腺阻塞病(non-stone parotid obstructive diseases, NPODs)”<sup>[8]</sup>概括此类疾病,这类腮腺阻塞的成因尚不明确,内镜下冲洗和扩张效果欠佳,肿胀反复迁延。本文结合课题组研究初步结果,并复习相关文献,从流体力学的角度分析导致腮腺阻塞的可能机制。

表1 关于内镜诊治腮腺阻塞的文献统计表

Table 1 Literature statistics on the endoscopic diagnosis and treatment of parotid gland obstructions

| 作者(年份)                             | 病例数 | 结石例数 | 百分比(%) |
|------------------------------------|-----|------|--------|
| Nahlieli O(2000) <sup>[2]</sup>    | 86  | 34   | 39.5   |
| Koch M(2005) <sup>[3]</sup>        | 50  | 11   | 22.0   |
| Serbetci E(2010) <sup>[4]</sup>    | 27  | 10   | 37.0   |
| Chuangqi Y(2013) <sup>[5]</sup>    | 87  | 9    | 10.3   |
| Wierzbiicka M(2014) <sup>[6]</sup> | 78  | 33   | 42.3   |
| Nation J(2019) <sup>[7]</sup>      | 38  | 0    | 0.0    |
| 合计                                 | 366 | 97   | 26.5   |

## 1 常见的非结石性腮腺阻塞病

非结石性腮腺阻塞病的腺体内没有结石或异物,均表现出受累侧腮腺区反复肿胀,可伴眼干或口干,继发感染时则表现出化脓性腮腺炎的症状。临床上常见的非结石性腮腺阻塞病包括:慢性复发性腮腺炎(chronic recurrent parotitis, CRP)、非结石性慢性阻塞性腮腺炎(non-stone chronic obstructive parotitis, NCOP)、舍格伦综合征(sjögren's syndrome, SS)、IgG4相关性腮腺炎(IgG4-related parotitis, IRP)、放射性腮腺炎(radiation induced parotitis, RIP)。

### 1.1 慢性复发性腮腺炎

慢性复发性腮腺炎主要包括儿童和成人复发性腮腺炎,挤压肿胀腺体可见脓性或胶冻状液体从导管口溢出,内镜见苍白乏血管的主导管壁<sup>[9]</sup>。

### 1.2 非结石性慢性阻塞性腮腺炎

非结石性慢性阻塞性腮腺炎主要指除结石外的局部因素引起的腮腺阻塞。临床上常在受累侧打到肿大的腮腺轮廓,挤压腺体偶见粘液栓子或絮状物从导管口流出,患者的肿胀与进食等刺激因素有关,称“进食综合征”(mealtime syndrome)。

### 1.3 舍格伦综合征

舍格伦综合征组织学上主要表现为淋巴细胞

浸润腮腺,破坏腺体的正常结构,唾液腺内镜检查时常可见苍白的导管壁。

#### 1.4 IgG4相关性腮腺炎

IgG4相关性腮腺炎实质上是腺体的实性组织被纤维所替代,导管系统内偶可见粘液栓子形成<sup>[10]</sup>。

#### 1.5 放射性腮腺炎

放射性腮腺炎常见于头颈部恶性肿瘤的放射治疗,亦可见于碘(<sup>131</sup>I)治疗甲状腺癌的病例。在高剂量射线照射下腺泡可被完全破坏,使得腺体实质损伤和导管内有形物质阻塞。

### 2 非结石性腮腺阻塞的可能原因

1990年Konigsberger等<sup>[11]</sup>首次应用0.8 mm的柔软镜头完成唾液腺检查后,唾液腺内镜不断帮助术者直视下寻找和分析疾病病因。笔者复习了近年来唾液腺内镜治疗腮腺阻塞的相关文献,总结出引起NPODs的可能因素包括导管狭窄、扭曲、粘液栓子及纤维样阻塞物、异物等。

#### 2.1 导管狭窄

导管狭窄主要原因包括:①导管瘢痕组织的形成,常见于感染或损伤后导管上皮形成瘢痕,瘢

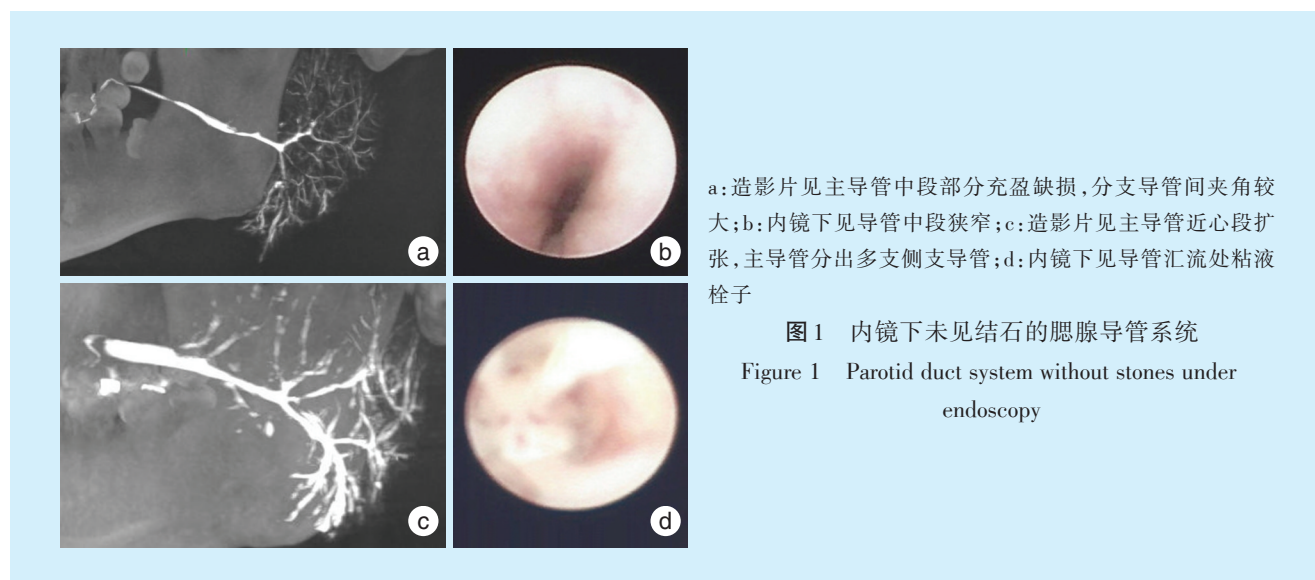
痕组织可位于导管内壁或开口处;②主导管行径周围组织发生肿物等压迫。狭窄的形成使唾液流出通道变窄,唾液排出受限,从而表现出阻塞症状。狭窄最常见于慢性复发性腮腺炎以及放射性腮腺炎患者,所有的儿童复发性腮腺炎均可导致导管的狭窄与扩张<sup>[12]</sup>;大约半数放射性腮腺炎患者内镜下可见导管狭窄,发生率为46.3%~57.0%<sup>[13-14]</sup>。因此,导管狭窄可能是慢性复发性腮腺炎以及放射性腮腺炎患者发生腮腺阻塞的常见原因。

#### 2.2 导管扭曲

导管扭曲指导管沿长轴旋转,扭曲处管壁出现皱褶。偶见于儿童复发性腮腺炎(6/14)<sup>[15]</sup>、舍格伦综合征(2/34)<sup>[16]</sup>以及放射性腮腺炎(5/30)<sup>[17]</sup>的患者。扭曲使得流动的唾液在该处形成涡流,唾液中的有形物质在扭曲处沉积,可进一步形成粘液栓子或者结石,加重腮腺阻塞的程度。

#### 2.3 粘液栓子及纤维样阻塞物

粘液栓子和纤维样阻塞物常见于导管狭窄和导管汇合处(图1),可粘附于管壁或者悬浮于管腔内,目前认为其中的粘性物质主要为副腮腺中混合性腺泡分泌<sup>[18]</sup>。



a:造影片见主导管中段部分充盈缺损,分支导管间夹角较大;b:内镜下见导管中段狭窄;c:造影片见主导管近心段扩张,主导管分出多支侧支导管;d:内镜下见导管汇流处粘液栓子

图1 内镜下未见结石的腮腺导管系统

Figure 1 Parotid duct system without stones under endoscopy

绝大部分儿童复发性腮腺炎、放射性碘腮腺炎以及舍格伦综合征患者管腔内都存在大量粘液栓子<sup>[19-21]</sup>,所有慢性阻塞性腮腺炎患者内镜下均可见纤维样阻塞物<sup>[22]</sup>。粘液栓子与纤维样阻塞物作为导管内的有形物质,均可使唾液流出受限,同时栓子内蛋白质、脂质等物质沉积可为后续结石的形成提供基础。

#### 2.4 异物

口腔内的细小物质可偶然地通过导管口进入导管系统,不同于下颌下腺的解剖结构,异物从口腔内穿过经腮腺导管口是不常见的。不过近年有报道内镜的使用不当,镜鞘突破导管壁,导致异物从破损处进入腮腺导管,引起阻塞<sup>[23]</sup>。总体来说,异物是腮腺阻塞的罕见病因。

### 3 唾液的流动与阻塞

从解剖的角度来讲,腮腺腺泡分泌的唾液通过腺体内的小管逐级汇流到主导管,经过导管口排入口腔,“腮腺的导管系统+流动的唾液”构成一个微型流场。根据流体力学泊肃叶公式  $R = \frac{8\eta L}{\pi r^4}$  ( $R$ 、 $r$ 、 $L$ 、 $\eta$  分别为流阻、管道半径、管道长度及粘性系数) 可得,腮腺微流场内唾液的流动主要受导管形态及唾液性状所影响。前文介绍的几个可能导致腮腺阻塞的非结石性因素,其中感染或者外伤可导致导管狭窄,导管扭曲多是解剖变异,而粘液栓子的形成则是与唾液性状的改变相关。此外,腮腺导管较长、管径缩窄、导管分支汇流或唾液粘度增高都相应增加唾液流动的阻力。刺激相时腮腺分泌的唾液量急剧增加,约为静息相时的20倍,如果导管解剖形态变异或唾液形状改变,增加流动阻力,唾液排出效率降低,则可出现上游唾液潴留,发生腮腺肿胀;静息相的唾液分泌量减少,潴留的唾液逐渐排出,腮腺肿胀症状消失。由此可见,流场理论可以合理解释腮腺阻塞的特征性表现:肿胀与进食相关。结合流体力学理论,分析唾液流动异常导致腮腺阻塞可能有以下原因。

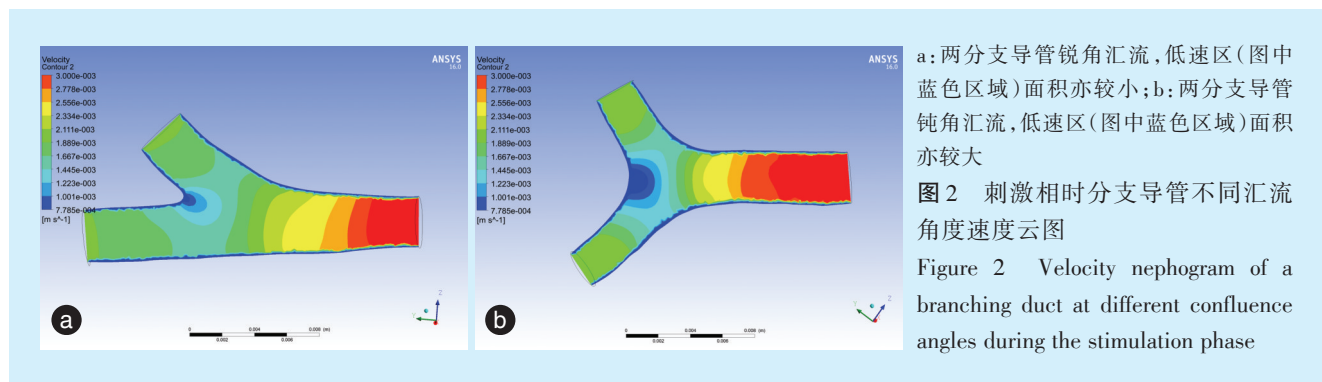
#### 3.1 粘液栓子的形成

类似于血液在弯曲动脉段以及血管分叉处发

生分离、偏移和再附着,最终形成动脉粥样硬化斑块<sup>[24-27]</sup>,唾液在弯曲导管或导管分叉处的流动状态发生改变,高压作用下弯曲导管可能发生扩张,长期的低剪应力可使导管上皮细胞死亡脱落,同时腮腺内唾液偏移也可使其中的蛋白质和脂质等有形物质析出并粘附于管壁,唾液在导管扩张部位的流动缓慢,无法及时、彻底地冲洗管壁,积聚的蛋白和脂质成分与上皮细胞碎片混合、浓缩和脱落,形成粘液栓子,最终造成导管阻塞<sup>[28]</sup>。

#### 3.2 分支导管之间的交汇角度与唾液流动

过多的分支会增加流阻和减慢流速,过大的汇流角度则容易在导管交汇处产生紊流和能量损失,从而产生低速区、回流、逆流等流场变化<sup>[27]</sup>,比如血管分叉附近是高压、低剪切力区域,随着分叉角度的增大,该处压力增大,剪切力减小,容易导致血管扩张以及斑块形成<sup>[24]</sup>。本课题组前期测量得出腮腺阻塞疾病组中分支导管的夹角约为  $96.50^\circ \pm 27.10^\circ$ ,而对照组的夹角约为  $75.27^\circ \pm 22.90^\circ$ ,两者差异有统计学意义<sup>[29]</sup>,进一步重建了夹角不同的分支导管模型并利用计算流体力学分析唾液流动的云图,发现刺激相下各模型的汇流处都出现了低速区,低速区的范围随着夹角的增加而扩大(图2)。提示腮腺分支导管的汇流角度是影响唾液流动的重要因素之一。



#### 3.3 唾液粘度与唾液流动

课题组用锥板式粘度测试仪对11例腮腺阻塞患者和5例正常人的唾液进行粘度测试,发现在相同状态下患者的唾液粘度要高于正常人。唾液粘度越高则流动阻力越大。粘度取决于蛋白成分与水的比例,粘度高的唾液不仅流动速度慢,而且粘稠的唾液中蛋白等有形成分含量较高,易于析出和沉积,有利于粘液栓子的形成。此外,混合性唾液的粘度约为浆液性唾液的3.1~10倍<sup>[30]</sup>,不同粘度的唾液汇流混合后,唾液流动阻力升高,也会增

加发生腮腺阻塞的风险。

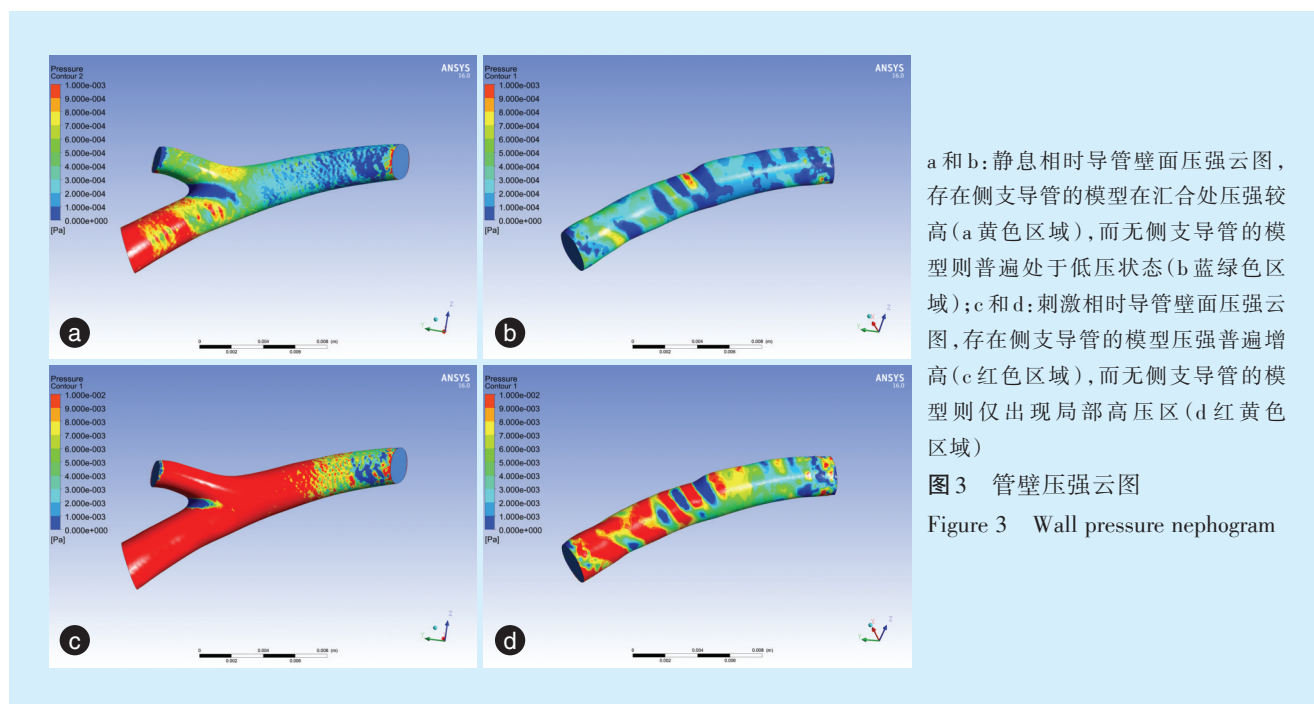
#### 3.4 副腮腺与腮腺微流场

副腮腺导管多直接开口于腮腺主导管。从流场的角度分析,其分泌的唾液汇入主导管可以产生以下情况:①汇流处唾液流动方式发生改变;②26.7%(8/30)的副腮腺并非纯浆液性腺体<sup>[31]</sup>,若副腮腺分泌的混合性粘液汇入主导管,可增加唾液粘度和改变唾液性状,促进粘液栓子的发生,最终造成腮腺阻塞。

对于副腮腺与腮腺阻塞之间的关系,课题组

发现非结石性腮腺阻塞病例中副腮腺的发生率为71.8% (28/39), 对照组中为38.7% (12/31), 差异具有统计学意义<sup>[32]</sup>。另外, Horsburgh等<sup>[33]</sup>发现副腮腺在腮腺炎患者中更为常见, 发生率为59%, 提示副腮腺数目与腮腺阻塞可能存在相关性。进一步重建有无侧支导管模型, 模拟有无副腮腺存在的导管系统, 计算流体力学分析流场内管壁压强云图发现, 无论静息相还是刺激相, 有侧支模型的壁

面压强均普遍高于无侧支模型。在刺激相时, 有侧支的导管内压强总体提升, 尤其是在侧支导管汇入主导管的交汇处更为明显(图3)。推测副腮腺的侧支导管汇入主导管处存在高压区, 形成流动阻力, 而且长期高压状态常可引起导管扩张, 可能会形成唾液低速区乃至发生唾液滞留。因副腮腺存在而导致的腮腺导管系统变异, 也许可以解释副腮腺与非结石性腮腺阻塞的相关性。



#### 4 非结石性腮腺阻塞当前治疗手段

根据笔者的临床经验, 导管扩张和冲洗能暂时缓解非结石性腮腺阻塞的症状<sup>[8-10, 19-21]</sup>。导管冲洗液通常应用生理盐水配伍氯霉素、庆大霉素、地塞米松等药物, 近年来蛋白水解酶逐渐被用于导管灌洗, 酶可溶解蛋白质, 促进脓性分泌物和脱落上皮细胞的溶解<sup>[34]</sup>。内镜探查术后可采用术区按摩、热敷等物理疗法减轻术后肿胀, 口服维生素C含片促进腺体分泌功能的恢复。对于因自身免疫性疾病引起的非结石性腮腺阻塞, 则可在术后口服白芍总苷等免疫调节药物。

非结石性腮腺阻塞患者腮腺肿痛反复发作的原因尚不明确, 如果将腮腺的导管系统+流动的唾液看作一个微型流场, 导管解剖形态(如狭窄、扭曲、分支导管数量增多以及分支导管间角度增加等)和唾液性状变化均可以改变微流场中唾液的流动阻力, 使得唾液的流动状态发生改变, 比如扩大导管汇流处的低速区、管壁形成高压区、管腔内

粘液栓子的形成等, 最终促进非结石性腮腺阻塞的发生。因此, 流体力学观点为探索非结石性腮腺阻塞成因提供了一种可能的新思路。

#### 参考文献

- [1] 王松灵, 邹兆菊, 吴奇光. 慢性阻塞性腮腺炎腮腺造影与临床病理对照研究[J]. 中华口腔医学杂志, 1993, 28(4): 228-230.
- [2] Nahlieli O, Baruchin AM. Long-term experience with endoscopic diagnosis and treatment of salivary gland inflammatory diseases [J]. Laryngoscope, 2000, 110(6): 988-993.
- [3] Koch M, Zenk J, Bozzato A, et al. Sialoendoscopy in cases of unclear swelling of the major salivary glands[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2005, 133(6): 863-868.
- [4] Serbetci E, Sengor GA. Sialendoscopy: experience with the first 60 glands in Turkey and a literature review[J]. Ann Oto Rhinol Laryn, 2010, 119(3): 155-164.
- [5] Chuangqi Y, Chi Y, Lingyan Z. Sialendoscopic findings in patients with obstructive sialadenitis: long-term experience[J]. Br J Oral Maxillofac Surg, 2013, 51(4): 337-341.
- [6] Wierzbicka M, Kałużny J, Ruchała M, et al. Sonoelastography--a

- useful adjunct for parotid gland ultrasound assessment in patients suffering from chronic inflammation[J]. *Med Sci Monit*, 2014, 20: 2311-2317.
- [7] Nation J, Panuganti B, Manteghi A, et al. Pediatric sialendoscopy for recurrent salivary gland swelling: workup, findings, and outcomes[J]. *Ann Oto Rhinol Laryn*, 2019, 128(4): 338-344.
- [8] Evren E, Gillespie MB. Sialendoscopy for non-stone disorders: the current evidence[J]. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*, 2016, 1(5): 140-145.
- [9] Berlucchi M, Rampinelli V, Ferrari MA, et al. Sialoendoscopy for treatment of juvenile recurrent parotitis: the Brescia experience[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2018, 105: 163-166.
- [10] Gallo A, Martellucci S, Fusconi M, et al. Sialendoscopic management of autoimmune sialadenitis: a review of literature[J]. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 2017, 37(2): 148-154.
- [11] Nahlieli O, Nakar LH, Nazarian Y, et al. Sialoendoscopy -- a new approach to salivary gland obstructive pathology[J]. *Am Dent Assoc*, 2006, 137(10): 1394-1400.
- [12] Singh PP, Goyal M, Goyal A. Sialendoscopic approach in management of juvenile recurrent parotitis[J]. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2017, 69(4): 453-458.
- [13] Canzi P, Cacciola S, Capaccio P, et al. Interventional sialendoscopy for radioiodine-induced sialadenitis: quo vadis? [J]. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 2017, 37(2): 155-159.
- [14] Vashishta R, Gillespie MB. Salivary endoscopy for idiopathic chronic sialadenitis[J]. *Laryngoscope*, 2013, 123(12): 3016-3020.
- [15] Capaccio P, Sigismund PE. Modern management of juvenile recurrent parotitis[J]. *J Laryngol Otol*, 2012, 126(12): 1254-1260.
- [16] De Luca R, Michele T, Antonio V, et al. Endoscopic management of salivary gland obstructive diseases in patients with Sjögren's syndrome[J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2015, 43(8): 1643-1649.
- [17] De Luca R, Vicidomini A, Trodella M, et al. Sialoendoscopy: a viable treatment for I<sup>131</sup> induced sialoadenitis[J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2014, 52(7): 641-646.
- [18] Zenk J, Hosemann WG, Iro H. Diameters of the main excretory ducts of the adult human submandibular and parotid gland -- a histologic study[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1998, 85(5): 576-580.
- [19] Berta E, Angel G, Lagarde F, et al. Role of sialendoscopy in juvenile recurrent parotitis (JRP)[J]. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 2017, 134(6): 405-407.
- [20] Bhayani MK, Acharya V, Kongkiatkamon SA, et al. Sialendoscopy for patients with radioiodine-induced sialadenitis and xerostomia [J]. *Thyroid*, 2015, 25(7): 834-838.
- [21] Guo YF, Sun NN, Wu CB, et al. Sialendoscopy-assisted treatment for chronic obstructive parotitis related to sjogren syndrome[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2017, 123(3): 305-309.
- [22] Qi SR, Liu XY, Wang SL. Sialoendoscopic and irrigation findings in chronic obstructive parotitis[J]. *Laryngoscope*, 2005, 115(3): 541-545.
- [23] Capaccio P, Gaffuri M, Torretta S, et al. Sialendoscopy -assisted transfacial surgery for the removal of an iatrogenic foreign body in Stensen's duct: a stone and broken wire basket[J]. *J Laryngol Otol*, 2016, 130(5): 501-505.
- [24] Morbiducci U, Kok AM, Kwak BR, et al. Atherosclerosis at arterial bifurcations: evidence for the role of haemodynamics and geometry[J]. *Thromb Haemost*, 2016, 115(3): 484-492.
- [25] Timmins LH, Molony DS, Eshtehardi PA, et al. Focal association between wall shear stress and clinical coronary artery disease progression[J]. *Ann Biomed Eng*, 2015, 43(1): 94-106.
- [26] Kwak BR, Bäck M, Bochaton-Piallat ML, et al. Biomechanical factors in atherosclerosis mechanisms and clinical implications[J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(43): 3013-3020.
- [27] Temov K, Sun ZH. Coronary computed tomography angiography investigation of the association between left main coronary artery bifurcation angle and risk factors of coronary artery disease[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2016, 32(1): 129-137.
- [28] 王松灵, 王蒋怡. 慢性复发性腮腺炎的诊断和治疗进展[J]. *口腔疾病防治*, 2016, 24(11): 621-626.
- [29] Zhu WY, Lan TJ, Liang PS, et al. Role of salivary duct morphology in the etiology of chronic obstructive parotitis: statistical analysis of sialographic features and computational fluid dynamics analysis of salivary flow[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2018, 77(4): 740-747.
- [30] Holterman HJ, Gravenmade EJ, Waterman HA, et al. Flow curves of an adsorbed protein layer at the saliva-air interface[J]. *Colloid Polym Sci*, 1990, 268(11): 1036-1043.
- [31] Toh H, Kodama J, Fukuda J, et al. Incidence and histology of human accessory parotid glands[J]. *Anat Rec*, 1993, 236(3): 586-590.
- [32] Zhu WY, Hu FC, Liu XG, et al. Role of the accessory parotid gland in the etiology of parotitis: statistical analysis of sialographic features[J]. *PLoS One*, 2016, 11(2): e0150212.
- [33] Horsburgh A, Massoud TF. The role of salivary duct morphology in the aetiology of sialadenitis: statistical analysis of sialographic features[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2013, 42(1): 124-128.
- [34] Sun HJ, Xiao JQ, Qiao QH, et al. Chymotrypsin with sialendoscopy-assisted surgery for the treatment of chronic obstructive parotitis [J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2017, 46(7): 877-882.

(编辑 张琳, 曾曙光)



官网



公众号