

腭裂修复术的理论发展与技术改良： Sommerlad-Furlow 改良腭裂整复技术

杜美君 曾妮 石冰 黄汉尧

口腔疾病研究国家重点实验室, 国家口腔疾病临床医学研究中心, 四川大学华西口腔医院唇腭裂外科, 成都 610041

通信作者: 黄汉尧, Email: huanghanyao_cn@scu.edu.cn



黄汉尧

【摘要】 腭裂是最常见的先天性颌面部畸形之一, 通常会影 响患者的生理和社会心理功能。腭裂修复的目标是重建患者腭部结构、恢复患者语音功能。本文旨在回顾腭裂手术治疗的历史发展进程, 从腭裂修复的两大目标、现代腭裂修复的目标、腭裂修复新目标的实现方法及腭裂修复的未来发展等4个方面进行讨论。

【关键词】 腭裂; 腭裂手术; 效果评价

基金项目: 国家自然科学基金(82301148); 四川省自然科学基金(2022NSFC0743、2022NSFC1519); 四川省博士后科研项目(TB2022005); 四川大学华西口腔医院探索与研发项目(RD-02-202107)

引用著录格式: 杜美君, 曾妮, 石冰, 等. 腭裂修复术的理论发展与技术改良: Sommerlad-Furlow 改良腭裂整复技术[JOL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2024, 18(1): 5-11.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.01.002

Theoretical development and technique modification in cleft palate repair: Sommerlad - Furlow modified palatoplasty

Du Meijun, Zeng Ni, Shi Bing, Huang Hanyao

State Key Laboratory of Oral Diseases, National Clinical Research Center for Oral Diseases and Department of Oral & Maxillofacial Surgery, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding: Huang Hanyao, Email: huanghanyao_cn@scu.edu.cn

【Abstract】 Cleft palate is one of the most common congenital maxillofacial deformities, often affecting the physical and psychosocial function of patients. The goal of cleft palate repair is to reconstruct the palatal structure and restore speech function. This review aimed to demonstrate the historical

development of cleft palate repair and discuss the following aspects: two major goals of cleft palate repair, the goals of modern cleft palate repair, the strategy to achieve new goals of cleft palate repair, and the future development of cleft palate repair.

【Key words】 Cleft palate; Palatoplasty; Outcome evaluation

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (82301148); Science and Technology Support Program of Sichuan Province (2022NSFC0743, 2022NSFC1519); Sichuan Postdoctoral Science Foundation (TB2022005); The Research and Development Program, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University (RD-02-202107)

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.01.002

腭裂修复术的最终目标是恢复患者语音、吞咽等生理功能, 其治疗基础是完成对腭裂裂隙的封闭及腭部相关组织结构的功能重建。16世纪至今, 腭裂修复术的理论与技术不断地发展与创新, 虽然治疗效果取得了显著的进步, 但依然存在不足。通过回顾历史, 思考当前腭裂修复术存在的问题, 以期在未来的理论与技术改良方向上少走弯路。本文将回顾腭裂手术治疗的历史发展进程, 从腭裂修复的两大目标、现代腭裂修复的目标、腭裂修复新目标的实现方法及腭裂修复的未来发展等4个方面进行讨论。

一、腭裂修复的两大目标

任何理论和技术的出现之前, 都是因为发现了问题, 想要找到新的解决办法。而新的方法会带来新的问题, 基于此, 对方法的改良或者创新就接踵而至。直至完全解决所有问题, 腭裂修复术的方法就可以稳定, 但是这种设想只存在于理想之中。腭裂修复术的理论与技术的改良会一直发展下去。

1. 腭裂修复术的第一目标:关闭裂隙。

先天性腭裂首次由 Pierre Franco 于 1556 年提出,同时也指出了腭部结构与语音功能的关系^[1]。在明确腭部结构缺陷会导致语音障碍后,人们开始探索如何将裂隙封堵起来。最直观的办法就是使用阻塞器,这是最早的腭裂治疗方法^[2]。此后,Robert^[3]于 1766 年首次通过组织重建来修复腭裂,其方法是烧伤裂隙两侧组织,伤口恢复使得裂隙在中央愈合。但是,如果裂隙两侧组织距离大,使用原始的烧灼法也是不现实的。腭裂治疗史第一阶段的目标就是关闭裂隙。

单纯以关闭裂隙为目标涉及裂隙能不能关上和伤口能不能长好这两个重要问题,其对应是组织量和张力。硬腭松弛切口的出现同时解决了组织量不足,以及因组织量不足导致手术后张力大的问题。松弛切口的设计从最早的硬腭多处小松弛切口^[4]逐步演化到由 Bernhard von Langenbeck^[5]设计的硬腭近双侧牙槽突大松弛切口,再到后续进一步改进的两瓣法^[5],实现了口腔侧裂隙的稳定关闭。通过两侧松弛切口,保证了在关闭中央裂隙时的组织量及关闭后的伤口张力问题。

口腔侧的裂隙通过松弛切口虽然实现了关闭,但是鼻腔侧的裂隙关闭仍有难度,组织量不够是必然存在的。虽然,单纯口腔侧裂隙的成功关闭可以达到预期目标,但是口鼻腔的分层关闭仍需解决。在鼻腔侧做不了松弛切口,借用口腔侧的组织就成为了解决问题的方法,进一步增加了因组织量不足所导致的口腔侧松弛切口的应用。

2. 腭裂修复术的第二目标:功能重建。

(1) 缩小咽腔:1925年,Dorrance^[6]指出软腭长度是腭咽功能及发音的关键,并提出“后推原则(pushback procedure)”,即尽可能后推软腭。同一时期,软腭后推的原则得到了各方支持,如大面积硬腭骨面暴露及应用 V-Y 成型原理等均可实现软腭后推,更有甚者首先保证软腭长度,并应用阻塞器封闭软腭前腭痿的做法。后推原则的提出是腭裂功能重建思想的萌芽,将曾经仅仅关注裂隙的关闭上升到进一步对腭部功能的思考。腭咽结构密不可分,腭咽功能由腭与咽的运动及空间关系决定。缩小腭到咽的距离更利于腭与咽的接触,是问题的本质。后推原则是将在前方的软腭延长向后缩短距离,从后向前也可以实现。因此,缩小咽腔是另一种手段,以 Hynes 技术为代表实现了咽腔缩小^[7]。

总结来说,改变咽腔结构、缩小咽腔空间,无论是从前往后、亦或是从后往前,手段不一、原理相同、结局相同。

(2) 重建肌肉:解剖学的发展推进了腭裂重建的进展。1967年,Kriens^[8]通过解剖发现软腭肌肉环状结构,并提出了腭帆提肌环(levator sling)的重建,即软腭肌肉的重建。1980年,Jr等^[4]通过对腭裂患者的腭部解剖发现软腭肌肉环状结构的不连续。至此,肌肉重建的重要性被不断强化,以 IVV (intravelar veloplasty) 技术^[9]为代表的肌肉重建理论被改良,并获得了实际的改进效果。2003年,Sommerlad^[10]通过手术显微镜的应用,实现了对腭帆提肌的解剖,并通过实际的腭帆提肌环的重建,进一步提高了术后腭咽闭合效果。

(3) 全面的功能重建:Furlow 反向双 Z 技术的发明是腭裂手术治疗的里程碑。1986年,Furlow^[11]首次通过口鼻腔双 Z 成型的应用,同时实现了咽腔结构重建及软腭肌肉重建。Furlow 技术是现代腭裂修复理念的先驱,通过双 Z 成型,有效延长软腭、缩小咽腔;通过双 Z 成型,将两侧肌肉解剖在中线进行重建,实现腭帆提肌环的重建。通过这一技术,功能重建的两大要点(缩小咽腔及肌肉重建)同时得以实现。至此,通过横跨 2 个世纪的探索、发展与改进,腭裂手术治疗从关闭裂隙发展到实现较为全面的功能重建。

二、现代腭裂修复术的目标

从关闭裂隙到功能重建,腭裂手术治疗效果明显提高。研究结果发现,针对小于 1 岁的腭裂患儿结合松弛切口应用的 Furlow 技术术后腭咽闭合率可高达 90%^[12-19]。松弛切口的应用实现了关闭不同裂隙的可行性,同时结合功能重建,软腭功能恢复明显,成功使得腭裂患者获得了正常的腭咽功能。但是,新的问题出现了——上颌骨的生长发育抑制^[20]。

1972年,Ross 和 Johnston 发现使用了大面积硬腭裸露骨面的松弛切口术后患者上颌骨的生长发育受到了抑制^[21]。该研究认为,腭成形术通常会导致上颌骨发育紊乱和牙齿错位,且剥离骨区域会形成明显瘢痕组织。后续有研究发现,犁骨瓣的应用也会导致上颌骨发育的异常^[22-23]。至此,在实现了裂隙关闭及功能重建之后,上颌骨发育成为腭裂手术治疗的新议题。

在发现腭裂术后上颌骨发育异常之初,由于异常多发生于松弛切口的患者,学者初步认为上颌骨

发育异常与松弛切口的应用可能存在联系^[24]。此后,就该课题进行了大量的临床观察研究,也呈现出了不同的结果。有少数研究认为,松弛切口与上颌骨发育没有明确联系^[25]。但主流的研究结果依然支持松弛切口的应用是导致上颌骨发育异常的重要因素^[20,26-27]。已有研究发现,未行腭裂手术的腭裂患者其上颌骨发育可能无明显异常^[28]。使用硬腭松弛切口或犁骨瓣的腭裂患者术后上颌骨生长发育受到抑制^[29]。同时,也有研究提出骨面暴露或切口术后瘢痕可能是导致上颌骨发育异常的重要因素^[18,20,24,30-31]。为定量研究硬腭松弛切口对上颌骨发育的影响,笔者所在团队构建了大鼠腭部松弛切口模型,研究结果发现,骨膜破坏所导致的裸露骨面可能是导致上颌骨发育异常的主要原因^[32]。

至此,现代腭裂修复的目标从成功关闭裂隙及有效功能重建,转变为成功关闭裂隙、有效功能重建及避免上颌骨发育异常。

三、腭裂修复术新目标的实现方法——Sommerlad-Furlow改良腭裂整复技术

1. 减少硬腭松弛切口的原理:松弛切口的应用是因裂隙而存在的组织量不足,需要通过松弛切口来使组织向中线移动,以完成裂隙的关闭。因此,提供充足的组织量是解决问题的本质。

如前文所述,腭裂修复的新目标是避免上颌骨发育异常。避免使用松弛切口以减少上颌骨发育异常的观点最早由Furlow和Sommerlad提出,在他们各自的技术中,都强调尽可能减少应用松弛切口,也提出了“拱桥效应(drawbridge effect)”的应用,即通过尽可能地将硬腭黏骨膜瓣从硬腭骨板翻起,使其在中线位置有足够的组织接触以关闭裂隙,从而避免松弛切口的应用^[33]。但是,理论要实现依然存在困难。

如何有效翻起硬腭黏骨膜瓣是首先要解决的问题。限制黏骨膜瓣的主要牵制来自于腭大神经血管束,将腭大神经血管束从腭大孔中松解出来是解决该问题的有效办法。笔者所在团队设计了专门用于松解腭大神经血管束的剥离器(图1),剥离器头部为三角锥头,可沿腭大神经血管束颊侧绕过腭大神经血管束,沿牙槽骨腭侧壁向后旋转,向口腔侧抬起松解腭大神经血管束^[34]。因此,通过该剥离器及技术手段,拱桥效应被有效放大,为裂隙关闭提供了充足的组织。

导致组织量不足的原因除了本身裂隙的组织

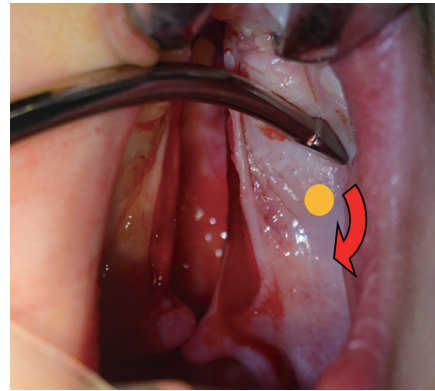


图1 腭大神经血管束剥离器 黄点示腭大神经血管束位置,红色箭头示剥离器绕腭大神经血管束旋转方向。

量缺失,还来自于手术操作对组织量的牺牲。由于腭裂可以看作是口腔裂和鼻腔裂两层,鼻腔侧由于无法使用松弛切口往往导致需要借用口腔侧的组织以实现其中线的关闭,这也进一步导致了不足的口腔瓣组织量进一步减少,增加了对松弛切口的依赖。因此,进一步探索如何协调口腔、鼻腔两侧的组织量成为了解决问题的关键。

2. 咽旁切口的设计:通过有效松解腭大神经血管束,赋予口腔侧尽可能多的组织量,以减少松弛切口的应用,但鼻腔侧的组织量问题还未得到解决。为了减少硬腭松弛切口的应用,减少鼻腔侧裂隙关闭对口腔侧组织的借用,找到增加鼻腔侧组织活动性的方法至关重要。

咽旁切口的设计旨在增加鼻腔侧组织活动性,以利于鼻腔侧裂隙的关闭。咽旁切口的位置设计在翼钩后外侧翼内板黏膜上,使用电刀切1个长度约为1 cm直至骨面的切口,使用骨膜剥离子从骨面抬起黏骨膜瓣,使鼻腔侧组织瓣活动度显著提高。

咽旁切口本质为松弛切口,但与硬腭松弛切口不同,暴露骨面位于组织内部,且位于翼内板上,其对上颌骨发育的影响可能存在,但较硬腭松弛切口的影响可能会减少。为此,明确的上颌骨发育影响研究是必要的。笔者所在团队通过比较应用咽旁切口的患儿上颌骨发育情况与正常儿童上颌骨发育情况,发现应用咽旁切口对中间和后牙弓,以及腭弓的生长没有抑制作用,对前牙弓和整个牙弓长度的生长有轻微的抑制作用,差异有统计学意义^[19]。这可能是由腭裂手术本身引起,也可能是由咽旁切口引起,需要进一步的定性定量研究以确定。但该影响已经处于可以接收的范围,咽旁切口较硬腭松弛切口对上颌骨发育的影响显著降低^[19]。

3. Sommerlad-Furlow 改良腭裂整复技术的应用:现代腭裂修复术的目标是成功关闭裂隙、有效功能重建及避免上颌骨发育异常。基于此,笔者所在团队提出腭裂修复三原则^[34]:①减少松弛切口的应用以减少对上颌骨发育的抑制;②重建软腭肌肉以恢复软腭上抬功能;③延长软腭以减少咽腔大小,易于咽咽闭合的完成。石冰教授吸取 Furlow 和 Sommerlad 技术的优势,强调了肌肉重建与软腭延长的重要性,同时应用咽旁切口协调鼻腔侧组织量,以实现松弛切口应用的减少,以落实了 Furlow 和 Sommerlad 提出的减少松弛切口应用的观点。新方法命名为 Sommerlad-Furlow 改良腭裂整复技术(Sommerlad-Furlow Modified Palatoplasty),简称 S-F 技术^[34-35]。

(1)S-F 技术流程(图2):S-F 技术的关键要素归纳如下。为尽可能增加口腔侧组织的“拱桥效应”,须尽可能掀起口腔侧组织瓣,即从沿裂隙边缘的切口开始充分松解口腔黏骨膜、黏膜瓣和腭大神经血管,特别是针对腭大神经血管的松解。同时,为尽可能少将口腔侧组织用于鼻腔侧裂隙的关闭,对鼻腔侧组织瓣也应作充分松解,在翼内侧骨板上做咽旁切口,并从翼内板上剥离黏骨膜,使得鼻腔侧组织的“拱桥效应”得以发挥。口鼻腔侧充分的组织松解,有助于减少硬腭松弛切口的应用。接着,从左侧鼻腔肌肉黏膜层解剖腭帆提肌。设计鼻腔层软腭 Z 字成形瓣,关闭鼻腔层,同时延长软腭,结合鼻腔侧“拱桥效应”进一步缩小咽腔,减少软腭上抬距离;将解剖的腭帆提肌与对侧肌肉黏膜瓣进行缝合,重建腭帆提肌环,以恢复软腭的上抬功能;最后,重建悬雍垂,关闭口腔层。

(2)S-F 技术效果评价:为明确 S-F 技术的效果,

课题组进行了多角度的手术效果评价。

为了探讨 S-F 技术术后并发症(包括口鼻瘘、腭咽闭合功能不全和生存质量差等)的发生率,及其可能的影响因素(包括患者性别、接受腭成形术时的年龄、腭裂类型及宽度、腭宽度、咽腔深度和手术持续时间),笔者所在团队进行了回顾性队列研究。结论是 S-F 技术对正常腭裂和宽腭裂均具有良好的术后效果:患者腭裂类型与口鼻瘘的形成有显著关系;术后腭咽闭合功能受手术年龄的影响,手术年龄 ≥ 1.3 岁是预测腭咽闭合不全发生率的临界值,患者接受腭成形术的年龄越大,对整体术后效果的影响越大^[36]。

为了探讨小年龄(≤ 1 岁)患者接受 S-F 技术的术后效果及相关影响因素,笔者所在团队对 143 例 1 岁前接受 S-F 技术的非综合征腭裂患者进行了回顾性研究,主要测量指标包括术后伤口愈合状况和腭咽闭合功能,其可能的影响因素与上述全年龄评价相同。结果显示,应用 S-F 技术的患者约有 90.2% 腭咽闭合功能正常,并且应用 S-F 技术的患者获得了较低的腭瘘率(3.5%)和良好的语言效果,可用于早期修复不同程度的腭裂^[37]。

为了探讨大年龄(大于 1 岁)患者接受 S-F 技术的术后效果及相关影响因素,笔者所在团队通过回顾性队列研究,对接受 S-F 技术的大年龄患者进行了腭瘘率及腭咽闭合功能的评估。结果表明,针对大年龄患者,S-F 技术术后瘘发生率较低,言语效果依然较满意。修复患者年龄较大和严重腭裂类型对术后效果有很大影响^[35]。

(3)S-F 技术与 Sommerlad 技术、Furlow 技术的比较:笔者所在团队为进一步明确 S-F 技术的效果,将 S-F 技术与 Furlow 和 Sommerlad 技术分别进行了

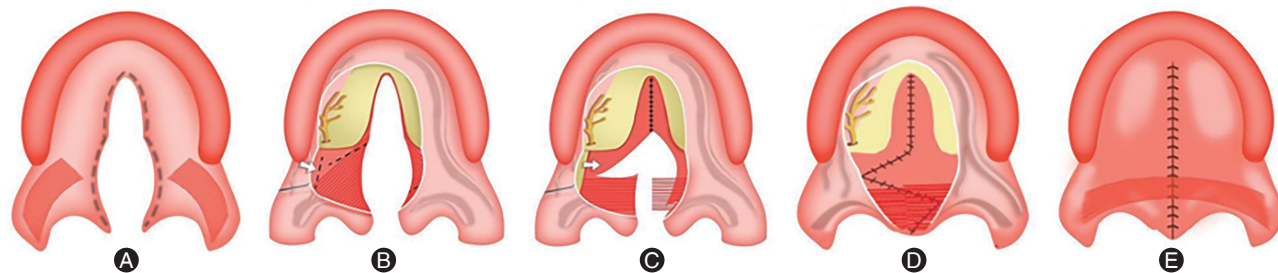


图2 使用 Sommerlad-Furlow 改良腭裂整复技术(S-F 技术)进行腭裂修复的手术过程示意图 A:切口设计的标记(虚线)略倾向于口腔侧,以在鼻腔侧保留更多的黏膜组织;B:分离并抬高口腔黏膜骨膜瓣(硬腭)和口腔黏膜瓣(软腭),松解大腭神经血管,在翼内板(白色箭头处的虚线)和鼻腔 Z 形瓣表面设计咽旁切口;C:做咽旁切口后,从翼内板向颅底(白色箭头处)剥离鼻腔黏骨膜瓣,然后从腭骨后缘向前方剥离,缝合硬腭鼻层,解剖左侧鼻腔肌肉腭帆提肌,然后在鼻腔层软腭上完成 Z 成形;D:完全关闭鼻腔层,包括插入和缝合 Z 字形黏膜瓣,以及将左侧解剖的腭帆提肌瓣缝合到右侧黏膜瓣表面;E:关闭口腔层。

比较。在不使用松弛切口的情况下,S-F技术和Furlow技术术后腭痿发生率分别为7.5%和6.6%。两组患者的言语效果无明显差异,S-F技术和Furlow技术中分别有84.0%和82.1%的患者获得良好的腭咽闭合功能。此外,S-F手术的严重腭咽闭合功能不全发生率为0.9%,略低于Furlow技术的2.8%^[35]。S-F技术与Sommerlad技术相比,S-F技术术后的腭咽闭合率明显高于Sommerlad技术。

(4)S-F技术是手术治疗宽大腭裂的又一选择:腭裂治疗的现代技术手段不仅仅局限于关闭裂隙,还需要注重腭部功能重建及患者的颌面部生长发育。基于现代腭裂治疗的三原则,S-F技术实现了腭部肌肉的功能重建,通过鼻腔侧Z成形延长软腭,并通过咽旁切口的应用减少使用硬腭松弛切口。由于其协调了口鼻腔侧组织的分配,S-F技术在不使用应用松弛切口的情况下应用于更宽大的裂隙,同时获得令人满意的腭咽闭合功能及可接受的腭痿发生率。S-F技术的发展首次为“不使用硬腭松弛切口”的概念落实了解决办法,一定程度上减少了上颌骨发育抑制。正如*Plastic Reconstructive Surgery* 2023年7月的S-F技术专题报道中所称,“S-F技术是手术治疗宽大腭裂的又一选择”^[38]。

四、腭裂修复术的未来发展

外科技术应当永远不满足于现状,将疾病不断细化、方法不断改良、技术不断精进,是所有外科技术发展的必经途径。腭裂修复的未来发展也是如此,如何提高腭咽闭合率、减少伤口愈合不良及腭痿的发生,需要一代代唇腭裂外科医生的不断努力。腭裂修复的手术方法发展是必然的,但要尽可能少走弯路。如何进一步减少松弛切口的应用、落实软腭肌肉重建后的功能、减少术后腭痿发生率,是腭裂修复手术治疗的重点,也是腭裂修复的未来发展方向。

肌肉功能重建是落实腭咽闭合功能的基础。肌肉解剖缝合复位对肌肉功能的影响无法有效地从人体样本中获得,基础实验的探索是必要的。通过基础研究阐明颌面部肌肉损伤、再生和功能行使等的特点^[39-43],探索新材料、新药物和新机制以调控颌面部肌肉状态,加强颌面部肌肉功能,是腭裂修复的未来发展方向之一^[44]。

伤口愈合不良是导致腭痿发生的原因。通过临床研究明确伤口愈合不良发生的影响因素^[45],并进一步探索临床干预手段以减弱促进因素的作用,

尽可能减少伤口愈合不良的发生率。同时,探索新材料、新药物、新机制以调控腭部伤口愈合,亦是腭裂修复的未来发展方向之一。

腭裂相关序列治疗的发展,需要随时关注其他口腔学科、基础学科的发展,并应用到腭裂修复治疗中来^[46],随着口腔正畸学^[47-48]、口腔修复学^[49]、语音治疗学^[50]、心理学^[51]、生物医学、工程学和计算机科学^[52]的推进,如工程学辅助的赈复体制作及应用^[53-54]、人工智能辅助的语音功能评估^[55-56]等,都将进一步推进腭裂修复治疗学的进步。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] McDowell F, Vistnes LM. The source book of plastic surgery [M]. Baltimore: The Williams & Wilkins Co., 1977.
- [2] Weinberger BW. An introduction to the history of dentistry in America (vol. II)[M]. St Louis, MO: The CV Mosby Company, 1949.
- [3] Robert MJC. Traité Des Principaux Objets De Médecine, Avec Un Sommaire De la plupart des Thèses soutenues aux Ecoles de Paris, depuis 1752 jusqu'en 1764: On y a joint des Observations de pratique. I [M]. Paris: Lacombe, 1766.
- [4] Jr M, Ralph D. Cleft Craft: The evolution of its surgery, vol 3: Alveolar and palatal deformities [M]. Boston: Brown and Company, 1980:1211.
- [5] Dorrance GM, Shirazy E. The operative story of cleft palate [M]. Philadelphia: W.B. Saunders, 1933.
- [6] Dorrance GM. Lengthening the soft palate in cleft palate operations [J]. Ann Surg, 1925, 82(2):208-211. DOI: 10.1097/0000658-192508000-00003.
- [7] Hynes W. Pharyngoplasty by muscle transplantation [J]. Br J Plast Surg, 1950, 3(2):128-135. DOI: 10.1016/s0007-1226(50)80020-6.
- [8] Kriens OB. Fundamental anatomic findings for an intravelar veloplasty [J]. Cleft Palate J, 1970, 7:27-36.
- [9] Millard D. Cleft craft I: The unilateral deformity [M]. Boston, Toronto: Little, Brown and company, 1976.
- [10] Sommerlad BC. The use of the operating microscope for cleft palate repair and pharyngoplasty [J]. Plastic Reconstr Surg, 2003, 112(6): 1540-1541. DOI: 10.1097/01.PRS.0000085598.26409.E3.
- [11] Furlow LT. Cleft palate repair by double opposing Z-plasty [J]. Plastic Reconstr Surg, 1986, 78(6): 724-738. DOI: 10.1097/00006534-198678060-00002.
- [12] LaRossa D, Jackson OH, Kirschner RE, et al. The Children's Hospital of Philadelphia modification of the Furlow double-opposing z-palatoplasty: Long-term speech and growth results [J]. Clin Plast Surg, 2004, 31(2):243-249. DOI: 10.1016/S0094-1298(03)00141-X.

- [13] Kirschner RE, Wang P, Jawad AF, et al. Cleft-palate repair by modified Furlow double - opposing Z - plasty: The Children's Hospital of Philadelphia experience [J]. *Plast Reconstr Surg*, 1999, 104(7): 1998-2010. DOI: 10.1097/00006534-199912000-00009.
- [14] Jackson O, Stransky CA, Jawad AF, et al. The Children's Hospital of Philadelphia modification of the Furlow double - opposing Z - palatoplasty: 30 - year experience and long - term speech outcomes [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2013, 132(3): 613-622. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31829ad109.
- [15] Horswell BB, Castiglione CL, Poole AE, et al. The double - reversing Z-plasty in primary palatoplasty: Operative experience and early results [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 1993, 51(2): 145-149. DOI: 10.1016/s0278-2391(10)80011-4.
- [16] Khosla RK, Mabry K, Castiglione CL. Clinical outcomes of the Furlow Z-plasty for primary cleft palate repair [J]. *Cleft Palate Craniofac J*, 2008, 45(5): 501-510. DOI: 10.1597/07-063.1.
- [17] Williams WN, Seagle MB, Pegoraro-Krook MI, et al. Prospective clinical trial comparing outcome measures between Furlow and von Langenbeck Palatoplasties for UCLP [J]. *Ann Plast Surg*, 2011, 66(2): 154-163. DOI: 10.1097/SAP.0b013e3181d60763.
- [18] Losee JE, Kirschner RE. *Comprehensive cleft care* [M]. New York: McGraw Hill Companies, 2008.
- [19] Li Y, Tao H, Yao M, et al. Intraoral scanning evaluation of maxillary arch changes post modified sommerlad palatoplasty for around three years [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2023. DOI: 10.1097/PRS.0000000000010799.
- [20] Wong LS, Lu TC, Hang DTD, et al. The impact of facial growth in unilateral cleft lip and palate treated with 2 different protocols [J]. *Ann Plast Surg*, 2020, 84(5): 541-544. DOI: 10.1097/SAP.0000000000002232.
- [21] Ross R, Johnston M. Facial growth in surgically repaired cleft lip and palate [M]//Ross R, Johnston M. *Cleft lip and palate*. Baltimore: Williams and Wilkins Company, 1972: 158-201.
- [22] Friede H, Johanson B. A follow-up study of cleft children treated with vomer flap as part of a three - stage soft tissue surgical procedure. Facial morphology and dental occlusion [J]. *Scand J Plast Reconstr Surg*, 1977, 11(1): 45 - 57. DOI: 10.3109/02844317709025496.
- [23] Mølsted K, Palmberg A, Dahl E, et al. Malocclusion in complete unilateral and bilateral cleft lip and palate. The results of a change in the surgical procedure [J]. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, 1987, 21(1): 81 - 85. DOI: 10.3109/02844318709083584.
- [24] Koberg W, Koblin I. Speech development and maxillary growth in relation to technique and timing of palatoplasty [J]. *J Maxillofac Surg*, 1973, 1(1): 44-50. DOI: 10.1016/s0301-0503(73)80012-8.
- [25] Putri IL, Widiono ES, Liana S, et al. A systematic review: Early simultaneous vomer flap with primary cleft lip repair, does it bring more benefits? [J]. *Cleft Palate Craniofac J*, 2023; 10556656231192295. DOI: 10.1177/10556656231192295.
- [26] Chate R, Dibiasse D, Ball J, et al. A comparison of the dental occlusions from a United Kingdom sample of complete unilateral cleft lip and palate patients with those from the Euro cleft Study [C]. *The Transactions of The 8th International Congress on Cleft Palate and Related Craniofacial Anomalies*, Singapore, 1997.
- [27] 吴敏, 朱祉冰, 石冰, 等. 华西 Sommerlad-Furlow 腭裂修复术后腭痿率的研究 [J]. *华西口腔医学杂志*, 2020, 38(2): 166-169. DOI: 10.7518/hxkq.2020.02.010.
- [28] Ross RB. Treatment variables affecting facial growth in complete unilateral cleft lip and palate [J]. *Cleft Palate J*, 1987, 24(1): 5-77.
- [29] Emami A, Hashemzadeh H. Does primary vomer flap significantly affect maxillary growth? [J]. *World J Plast Surg*, 2020, 9(1): 62-66. DOI: 10.29252/wjps.9.1.62.
- [30] Ruiz - Rodriguez R, Lopez - Noriega JC. S222: Secondary management of cleft lip/cleft palate deformities in both soft and hard tissues [J]. *J Oral Maxillofacial Surg*, 2007, 65(9): 90. DOI: 10.1016/j.joms.2007.06.149.
- [31] Karadede Ünal B, Durmus Kocaaslan N, Karadede B, et al. 3D evaluation of the effects of traumatic surgical techniques on Vomer bone volume and morphology in the treatment of lip and palate clefts [J]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 2022, 28(2): 187-195. DOI: 10.14744/tjtes.2020.36880.
- [32] Liu Y, Zhang S, Sakran KA, et al. Observation of palatal wound healing process following various degrees of mucoperiosteal and bone trauma in a young rat model [J]. *Biology (Basel)*, 2022, 11(8): 1142. DOI: 10.3390/biology11081142.
- [33] Sommerlad B, Losee J, Kirschner R. *Cleft palate repair with minimal hard palate dissection and radical muscle reconstruction* [M]//Losee J, Kirschner R. *Comprehensive cleft care Volume II*. 2nd ed. New York: Thieme Medical Publishers, Inc., 2016: 962-975.
- [34] Huang H, Li J, Li C, et al. Sommerlad - Furlow modified palatoplasty: A retrospective study [J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2023, 51(4): 238-245. DOI: 10.1016/j.jcms.2023.04.004.
- [35] Sakran KA, Wu M, Yin H, et al. Evaluation of postoperative outcomes in two cleft palate repair techniques without relaxing incisions [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2023, 152(1): 145-154. DOI: 10.1097/PRS.0000000000010230.
- [36] Sakran KA, Wu M, Alkebsi K, et al. The sommerlad - furlow modified palatoplasty technique: Postoperative complications and implicating factors [J]. *Laryngoscope*, 2023, 133(4): 822-829. DOI: 10.1002/lary.30385.
- [37] Sakran KA, Yin J, Yang R, et al. Early cleft palate repair by a modified technique without relaxing incisions [J]. *Cleft Palate Craniofac J*, 2022; 10556656221135288. DOI: 10.1177/10556656221135288.
- [38] Huang H, Shi B. Combined technique provides new choice for cleft palate repair [EB/OL]. (2023-06-29)[2023-11-06]. <https://www.newswise.com/articles/combined-technique-provides-new->

- choice-for-cleft-palate-repair.
- [39] Cheng X, Huang H, Luo X, et al. Wnt7a induces satellite cell expansion, myofiber hyperplasia and hypertrophy in rat craniofacial muscle [J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 10613. DOI: 10.1038/s41598-018-28917-6.
- [40] Cheng X, Song L, Lan M, et al. Morphological and molecular comparisons between tibialis anterior muscle and levator veli palatini muscle: A preliminary study on their augmentation potential [J]. *Exp Ther Med*, 2018, 15(1): 247-253. DOI: 10.3892/etm.2017.5391.
- [41] Li J, Huang Y, Li J, et al. A novel rat model for muscle regeneration and fibrosis studies in surgical lip repair [J]. *Cleft Palate Craniofac J*, 2022: 10556656221136171. DOI: 10.1177/10556656221136171.
- [42] Cheng X, Shi B, Li J. Distinct embryonic origin and injury response of resident stem cells in craniofacial muscles [J]. *Front Physiol*, 2021, 12:690248. DOI:10.3389/fphys.2021.690248.
- [43] Cheng X, Huang Y, Liu Y, et al. Head muscle fibro-adipogenic progenitors account for the tilted regeneration towards fibrosis [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2022, 589:131-138. DOI: 10.1016/j.bbrc.2021.12.009.
- [44] 程旭, 黄艺璇, 李精韬, 等. 牙颌面肌肉发育和再生特征的研究进展[J]. *国际口腔医学杂志*, 2021, 48(1): 71-76. DOI: 10.7518/gjkkq.2021014.
- [45] 陈泽华, 吴敏, 刘颖蒙, 等. 腭裂伤口延迟愈合规律的初期研究 [J/OL]. *中华口腔医学研究杂志(电子版)*, 2023, 17(1): 45-48. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.01.006.
- [46] Su CL, Pai BCJ, Wang SH, et al. Velopharyngeal function change after two-jaw orthognathic surgery in patients with cleft: A study on 162 consecutive cases [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2023. DOI: 10.1097/PRS.0000000000011003.
- [47] Gillgrass T. The orthodontic management of patients with cleft lip and palate: From birth to the late mixed dentition [J]. *Br Dent J*, 2023, 234(12): 873-880. DOI: 10.1038/s41415-023-5955-x.
- [48] Gillgrass T. The orthodontic management of patients with cleft lip and palate: From the permanent dentition and the adult returning to the service [J]. *Br Dent J*, 2023, 234(12): 892-898. DOI: 10.1038/s41415-023-5956-9.
- [49] Soares S, Rezende Pucciarelli MG, Hideki de Lima Toyoshima G, et al. Stereophotogrammetry to evaluate young adults with and without cleft lip and palate after orthodontic and restorative treatment [J]. *J Prosthet Dent*, 2022, 128(3): 355-360. DOI: 10.1016/j.prosdent.2020.10.025.
- [50] Naros A, Bartel S, Bacher M, et al. Speech development in cleft palate with and without robin sequence [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2022, 149(2): 443-452. DOI: 10.1097/PRS.0000000000008730.
- [51] Ruiz - Guillén A, Suso - Ribera C, Romero - Maroto M, et al. Perception of quality of life by children and adolescents with cleft lip/palate after orthodontic and surgical treatment: Gender and age analysis [J]. *Prog Orthod*, 2021, 22(1): 10. DOI: 10.1186/s40510-021-00354-8.
- [52] Huang H, Cheng X, Wang Y, et al. Analysis of velopharyngeal functions using computational fluid dynamics simulations [J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2019, 128(8): 742-748. DOI: 10.1177/0003489419842217.
- [53] Xu Y, Huang H, Wu M, et al. Rapid additive manufacturing of a superlight obturator for large oronasal fistula in pediatric patient [J]. *Laryngoscope*, 2023, 133(6): 1507-1512. DOI: 10.1002/lary.30352.
- [54] Chen J, Yang R, Shi B, et al. Obturator manufacturing for oronasal fistula after cleft palate repair: A review from handicraft to the application of digital techniques [J]. *J Funct Biomater*, 2022, 13(4): 251. DOI: 10.3390/jfb13040251.
- [55] Yin H, Liu C. Effect of listeners' language backgrounds on pure tone detection in temporally modulated noise [J]. *JASA Express Lett*, 2021, 1(9): 094402. DOI: 10.1121/10.0006286.
- [56] Huang H, Zheng O, Wang D, et al. ChatGPT for shaping the future of dentistry: The potential of multi-modal large language model [J]. *Int J Oral Sci*, 2023, 15(1): 29. DOI: 10.1038/s41368-023-00239-y.

(收稿日期:2023-08-16)

(本文编辑:王嫚)