

腭裂语音元音共振峰特点的分析

杨学财 李宁毅 卜令学 蔡 圳 童庆春

【摘要】 目的 了解腭裂术后患者语音矫治后元音发音的改变,明确语音矫治对腭裂患者语音改善的重要性。方法 应用 VS-99 语音工作站对 10 例健康儿童、未进行语音训练的 33 例腭裂术后患者及 16 例语音矫治后患者的 4 个单元音 a、e、i、u 发音进行语音分析。结果 元音 a 前 3 个共振峰频率(F_1 , F_2 , F_3) 平均值,3 组间无显著性差异($P>0.05$)。元音 e 的 F_1 , F_2 , F_3 平均值,语音矫治前组与对照组,矫治前组与矫治后组比较,均有显著性差异($P<0.05$);而矫治后组与对照组间无显著性差异($P>0.05$)。元音 i 的 F_1 , F_2 , F_3 平均值,矫治前组与矫治后组比较有显著性差异($P<0.05$),矫治后组与对照组比较 F_2 、 F_3 有显著性差异($P<0.05$)。元音 u 的 F_1 , F_2 , F_3 平均值,矫治前组与矫治后组比较有显著性差异($P<0.05$),其他各组间无显著性差异($P>0.05$)。结论 腭裂修复术可使患者达到解剖结构上的正常或接近正常,但未达到完善的腭咽闭合,因而需要语音矫治与训练;语音矫治后患者语音有明显改善;通过语音频谱的分析,可为语音矫治提供依据。

【关键词】 腭裂; 语音矫治; 语音频谱; 元音; 共振峰

The Analysis of Formant Characteristics of Vowels in the Speech of Patient with Cleft Palate

YANG Xuecai, LI Ningyi, BU Lingxue, et al. (Oral and Maxillofacial Department, the Affiliated Hospital of Medical College, Qingdao University, Qingdao 266003, China)

【Abstract】 Objective To analyze the formant frequency of vowels in the sequence therapy of patient with cleft palate. **Methods** The formant frequency of vowels a, e, i, u of normal children and postoperative patients with and without speech therapy was measured and analyzed by VS-99. **Results** The mean value of F_1 , F_2 , F_3 of a did not show significant difference among the three groups ($P>0.05$). The difference of mean value of e was significant between control group and pre-speech-therapy group, and between pre-speech-therapy and post-speech-therapy group ($P<0.05$), but no significant difference was found between post-speech-therapy and control group ($P>0.05$). The mean value of the formant in post-speech-therapy was higher than that of pre-speech-therapy. The difference of mean value of i was significant between pre-speech-therapy and post-speech-therapy ($P<0.05$), the mean value of F_2 , F_3 in post-speech-therapy group decreased significantly compared with control ($P<0.05$). The difference of mean value of u showed significance between pre-speech-therapy and post-speech-therapy ($P<0.05$), while the differences among other groups were insignificant ($P>0.05$). **Conclusion** Surgical repair of cleft palate cannot make all patients obtain perfect Velopharyngeal competence (VPC), while speech therapy can improve patient's pronunciation. Speech spectrum analysis can judge the effect of cleft palate therapy objectively.

【Key words】 cleft palate; speech therapy; spectrum; vowel; formant

腭裂患者解剖结构的异常会导致发音异常。目前,对腭裂患者的语音评价是腭裂患者序列治疗中的重要一环。客观评价腭裂术后患者的语音是准确反映腭裂手术效果及语音矫治效果的关键。近年来,随着计算机技术的发展,应用计算机语音分析技术对腭裂患者术后语音清晰度的定量评价成为可能,从而能更好地指导患者进行语音矫治^{1,2}。本研究对部分腭裂术后患者语音矫治前后进行语音检查,取其 4 个元音的前 3 个共振峰频率平均值进行分析比较,为腭裂患者的语音评价及语音矫治提供理论及临床上的支

持。

1 材料和方法

1.1 研究对象及分组

选择 1999 年 8 月~2000 年 8 月在青岛大学附属医院口腔门诊做腭咽阻塞器者及参加语音培训班的腭裂术后未经语音矫治的 33 例患者为语音矫治前组(男 18 例,女 15 例,年龄 5~29 岁,平均年龄 15.8 岁);16 例经过语音矫治的患者为语音矫治后组(男 8 例,女 8 例,年龄 5~28 岁,平均年龄 17.2 岁)。另选择青岛大学附属医院附近中、小学的 10 例健康学生为对照组(男 5 例,女 5 例,年龄 5~15 岁,平均年龄 7.6 岁)。

研究对象的要求: 年龄 5 岁以上(以便用于语音评价)。

腭裂手术封闭裂隙至少 6 个月以上。有异常语音习惯形成,但可以接受语音治疗。术后无可见的口鼻瘘。无其它可能影响语音的重要异常,如智力缺陷、听力障碍等。无明显地方口音。无重度咬合畸形。能自觉跟读。

1.2 语音测试材料

国家教育部颁发的普通话汉语拼音字母表中 4 个单元音 a、e、i、u。

1.3 研究仪器

VS-99 语音工作站(北京阳宸电子技术公司开发研制)配合 Pentium II 微机用作语音声学分析;高保真录音机,麦克风进行语音信号采集。

1.4 实验方法

采用 VS-99 语音工作站进行对照组正常儿童及语音矫治组患者的语音检查。检查时间:患者开始语音矫治的时间为腭裂术后 6 个月以上,并在语音矫治至少 6 个月作语图仪检查。

语音矫治采取语音培训班辅导、戴腭咽阻塞器辅助发音及个人辅导后自主训练的方式。戴腭咽阻塞器辅助发音者,每 3 个月左右复诊 1 次,经过鼻咽纤维镜检查后,调整阻塞球大小。

语图仪检查应在无明显干扰的录音室进行。受试者取端坐位,手拿麦克风,口唇距麦克风约 10 cm,语速自然平稳。

1.5 声学分析

语音信号经麦克风线形输入 VS-99 语音工作站,利用语音分析软件分析。采样频率 9 000 Hz,LPC 缺省的分析参数为:阶数 12,帧长 20 ms,动态范围 60 dB,FFT 变换点数 512 点。

1.6 统计分析

采用 SPSS 9.0 统计软件对数据进行 *t* 检验分析。

2 结 果

2.1 3 组单元音 a 前 3 个共振峰频率的平均值

3 组单元音 a 前 3 个共振峰频率(F_1 , F_2 , F_3)的平均值见表 1。表 1 的数据经统计处理可见: F_1 , F_2 , F_3 的平均值 3 组间无显著性差异($P > 0.05$)。

表 1 3 组单元音 a 前 3 个共振峰频率平均值(Hz)

Tab 1 Means of the frequency of the first three formant frequency of a (Hz)

组别	n	F_1	F_2	F_3
对照组	10	631	1 145	2 368
语音矫治前组	33	533	1 502	2 391
语音矫治后组	16	436	1 008	2 114

2.2 3 组单元音 e 前 3 个共振峰频率的平均值

3 组单元音 e 的 F_1 , F_2 , F_3 平均值见表 2。表 2 的数据经统计处理可见: F_1 , F_2 , F_3 的平均值矫治前组与对照组、矫治前组与矫治后组比较均有显著性差异($P < 0.05$),而矫治后组与对照组比较则无显著性差

异($P > 0.05$)。

表 2 3 组单元音 e 前 3 个共振峰频率平均值(Hz)

Tab 2 Means of the frequency of the first three formant frequency of e (Hz)

组别	n	F_1	F_2	F_3
对照组	10	457	1 567	2 834
语音矫治前组	33	332	1 059	2 146
语音矫治后组	16	589	1 326	2 466

2.3 3 组单元音 i 前 3 个共振峰频率的平均值

3 组单元音 i 的 F_1 , F_2 , F_3 平均值见表 3。表 3 的数据经统计处理可见: F_1 , F_2 , F_3 的平均值矫治前组与矫治后组比较有显著性差异($P < 0.05$);矫治后组与对照组比较 F_2 和 F_3 有显著性差异($P < 0.05$),矫治后组的 F_2 和 F_3 下降。

表 3 3 组单元音 i 前 3 个共振峰频率平均值(Hz)

Tab 3 Means of the frequency of the first three formant frequency of i (Hz)

组别	n	F_1	F_2	F_3
对照组	10	347	1 814	3 362
语音矫治前组	33	308	1 799	3 277
语音矫治后组	16	273	1 302	2 970

2.4 3 组单元音 u 前 3 个共振峰频率平均值

3 组单元音 u 的 F_1 , F_2 , F_3 平均值见表 4。表 4 的数据经统计处理可见, F_1 , F_2 , F_3 的平均值矫治前组与矫治后组比较有显著性差异($P < 0.05$),其他各组间无显著性差异($P > 0.05$)。

表 4 3 组单元音 u 前 3 个共振峰频率平均值(Hz)

Tab 4 Means of the frequency of the first three formant frequency of u (Hz)

组别	n	F_1	F_2	F_3
对照组	10	355	1 427	2 980
语音矫治前组	33	405	1 254	2 873
语音矫治后组	16	347	1 583	2 890

3 讨 论

腭裂修复术的目的是既要在结构上封闭裂隙,还要达到生理上有正常的发音条件即腭咽闭合(velopharyngeal competence, VPC)³,完善的 VPC 是获得正常语音功能的先决条件。有研究表明,腭裂患者即使腭裂修补术后腭部形态良好,但由于仍可能有腭咽闭合不全及代偿性不良构音习惯存在,故仍有 40% ~

50 % 的患者难以达到满意的语音效果。这就提示单纯的手术治疗只能为患者发出清晰易懂的语音提供形态学基础^{4,5}。腭裂术后的治疗重点在于分析腭裂语音产生的生理机制和影响因素,制定具有针对性的语音矫治计划,提高腭裂患者术后语音的清晰度。

目前,元音已成为语音学家及语音病理学家评价腭裂患者的选择材料^{1,6~8}。元音自成音节,能单独发声,发音的清晰度不受其它音素的影响;从声学特征的表现看,发元音响亮而时长,作为评定材料易辨别其清晰度。发元音时声带震动,有舌头与软腭参与发音,而舌头对于发出各种不同的元音起着更重要的作用,因为舌头前后、上下不同的活动,以及某一部分的拱起、翘起或直伸等,是形成发音部位的决定因素⁶。

实验语音学认为,元音共振峰代表的是声道共鸣特征,不同的共振峰模式代表不同元音的特征,头 3 个共振峰对元音音色有质的规定性,分析元音的前 3 个共振峰,就能揭示单元音的部分特性^{1,6,7}。实验语音学家从元音共振峰与舌位模型的关系研究认为: F_1 升高同开口度相关, F_2 降低同舌头的后缩相关, F_3 的升高与软腭下降有关。对元音共振峰的研究,可以分析腭裂患者的不良发音习惯及确定在语音矫治中的针对性⁷。

目前,对腭裂患者语音评价主要有主观和客观两种方法。主观方法是通过检查者的听力来评定患者发音的清晰度、腭咽闭合的情况;客观方法是通过电腭图、鼻音计议等来评定。近年来,腭裂领域的研究重点已转向寻找标准化的评定疗效的方法^{8~10}。

VS-99 语音工作站(计算机语音频谱分析系统)是一种动态音频频谱分析系统。它通过软件,把人的声音转化为信号,再转变成计算机屏幕上可见的图谱,从图谱上可观测声音信号的频率、能量、时间等物理参量间的动态关系,而且语音频谱能忠实反映语音的特点,从而了解被测语音信号的声学本质⁷。目前,计算机语音频谱分析系统作为一种客观评价语音的方法,由于其准确、直观、无痛、无创等优点,已越来越为患者所接受^{11,12}。

本研究显示:3 组间元音 a 前 3 个共振峰频率(F_1 , F_2 , F_3) 平均值比较无显著差异。由于发 a 时,上腭下降,造成一个开大的口腔,舌自然放松在口腔最低处,并不需要形成完善的腭咽闭合,且部分健康儿童也有生理性的腭咽闭合不全,因而语音矫治前、后组比较及与对照组比较均无显著性差异。发元音 e 时,舌微后缩,舌面后部隆起与软腭相对应,由于

腭裂患者已养成舌后上抬以阻塞裂隙的习惯,术后仍不能完全纠正,术后也有部分患者腭咽闭合不全,经腭咽阻塞器治疗及语音训练后,腭咽闭合完全及不良语音习惯得以纠正,因而矫治前组与对照组、矫治后组的共振峰频率平均值比较有显著差异,而对照组与矫治后组无显著差异。发元音 i 时舌背前方拱起与上腭前端形成缝隙,矫治前组与矫治后组比较有显著性差异,但矫治后组与对照组比较其 F_2 、 F_3 也有显著性差异,而矫治后组的 F_2 、 F_3 值下降,这可能与舌后缩习惯未去除有关,而且发 i 时需要形成严格的腭咽闭合,即使经过了语音矫治,仍有部分患者有发 i 时不正常。发元音 u 时,舌略向后缩,舌背部与软腭前部相对应。腭裂患者术前发音时多有舌上抬、后移,形成舌后位,以缩小咽腔,使 F_2 下降,经腭咽阻塞器治疗及不良发音习惯去除后, F_2 升高,因而矫治后组与矫治前组比较有显著性差异。

语音频谱分析系统中的频谱分析作为对语音的一种客观评价,可以直观的、从动态方面分析患者的不良发音习惯,如舌后移、上抬、下颌前伸等,使异常语音数据化,为语音训练提供依据。与鼻咽纤维镜检查相比,语音频谱分析能更客观、更简单地评价患者语音的缺陷,更适宜于儿童。

目前,国内外学者正致力于寻找一种科学合理的、主观与客观相结合的语音评价分析方法,李宁毅等¹³研究的鼻咽镜—语图仪—计算机联合应用对腭咽闭合不全患者的病理性语音分析,直观与客观相结合,为腭裂病理性语音评价提供了一条新途径。如果能简单地从语音频谱分析系统上直接找出患者语音的缺陷,数据更明确,那么,医生的语音矫治过程就会更有针对性,同时患者也会减少更多的痛苦。

参考文献

- 1 李锦峰,刘建华,李 军.以声学元音图评定腭裂术后语音效果的初步研究.西安医科大学学报,1996,17(1):44-47
- 2 McWilliams BJ. Cleft Palate Speech. Philadelphia:BC Decker,1984
- 3 邱蔚六主编.口腔颌面外科理论与实践.北京:人民卫生出版社,1998:1574-1575
- 4 王光和马 莲.腭裂术后语音效果及评价方法展望.中国口腔医学年鉴.北京:人民卫生出版社,1988:318-320
- 5 文抑西,刘建华.应用计算机语音分析技术对腭裂语音元音音素的初步分析.华西口腔医学杂志,1994,12(3):175-179
- 6 王振昆,谢文庆著.语言学教程.北京:外语教学与研究出版社,1998:45-49
- 7 吴宗济,林贤灿主编.实验语音学概要.北京:高等教育出版社,1989:73-102

髓系统、牙齿及牙槽骨的发生和重建中发挥骨诱导作用⁶。BMP 是一种高效的骨诱导活性物质,它既能诱导周围未分化的间充质细胞分化成为骨组织;又能诱导牙髓细胞分化为造牙本质细胞进而形成牙本质⁷。但 BMP 单独使用时,由于没有缓释剂和赋形剂,很快被吸收,不易取得很好的效果,故临床上 BMP 未得到广泛应用。

DDM 可作为 BMP 良好的缓释剂和赋形剂。近几年对 DDM 的研究证明^{2,4,8},DDM 具有很好的骨诱导活性和生物相容性,其骨诱导活性除因其中含有 BMP 外,DDM 中Ⅰ型胶原的存在可能更有利于 BMP 缓释作用的发挥¹。本研究所用的 DDM 经去脂、脱矿、冻干等处理,抗原性极低,而且来源广泛,制备简单,贮存方便,可望作为一种新的根尖诱导剂。

本研究术后 1 年随访时,两组患牙均无临床阳性症状及体征,或 X 线片显示有不同程度的根尖屏障形成,或虽无明显的 X 线改变但根管内探测有明显阻力。提示根尖诱导术后 1 年是更换永久性根充材料的时机,否则根尖诱导剂被大量吸收后的空间可能会成为再次感染的环境。术后 2 年两组患牙 X 线片均可见根尖孔骨性封闭和牙根延长。这表明 DDM 用于临床根尖诱导术是可行的,且疗效不低于氢氧化钙。

牙骨质沉积于根端及封闭根尖孔,只有在无炎症的条件下才有可能⁹。因为牙根未发育完全牙齿的根尖部细胞只有在炎症消除后才能进行细胞分化,使根尖部的牙体组织和根尖周组织重建。牙髓的炎症状况影响根尖诱导剂的疗效,无论对 DDM 还是氢氧化钙均如此。所以在放入根尖诱导剂之前,消除感染是至关重要的。

本研究对根尖诱导失败的患牙重新开放引流、根管扩锉冲洗。在消除炎症后,再次行根尖诱导术均获得成功。因此笔者认为对失败的患牙不应主张拔除,而应总结失败的经验(多因感染未消除干净或诱导剂被吸收而根尖尚未形成或封闭,感染仍存在造成),重新行根尖诱导术,仍会取得成功。

参考文献

- 1 岑远坤,李 文,廖运茂,等.脱钙牙本质基质及其复合物整复阶段性骨缺损的组织学观察.华西口腔医学杂志,1998,16(3):263-265
- 2 Yeaman JD, Urist MR. Bone induction by decalcified dentin implanted into oral osseous and muscle tissues. Arch Oral Biol, 1967, 12(8):999-1011
- 3 孙沐逸.脱矿牙本质,见:杨连甲,金 岩,胡蕴玉主编.口腔和骨科的生物活性材料.西安:陕西科学技术出版社,1993:149-153
- 4 文玲英.根尖诱导成形术.牙体牙髓牙周病学杂志,2000,10(4):245~247
- 5 Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of Calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling. Endod Dent Traumatol, 1997, 13(6):281-290
- 6 Lee MB. Bone morphogenetic proteins: background and implications for oral reconstruction. A review. Clin Periodontol, 1997, 24(6):355-365
- 7 Rutherford B, Fitzgerald M. A new biological approach to vital pulp therapy. Crit Rev Oral Biol Med, 1995, 6(3):218-229
- 8 蒋月桂,吴 鹄,孙 剑,等.脱矿牙本质基质直接盖髓的临床观察.西安医科大学学报,2001,22(4):389-391
- 9 Frank AL. Therapy for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. J Am Dent Assoc, 1996, 72(1):87-99
(2002-10-14 收稿,2003-04-03 修回)
(本文编辑 邓本姿)

(上接第 453 页)

- 8 陈忠敏.从语言学角度试论腭裂患者术后的语音问题.华西口腔医学杂志,1989,7(4):243-244
- 9 吴海生,葛来舟主编.实用语言治疗学.北京:人民军医出版社,1995:176
- 10 夏 田.腭裂语音的评价方法.国外医学口腔医学分册,1990,17(1):7-10
- 11 周正炎,王国民.功能性腭裂修复术的术后功能评价.口腔颌面外科杂志,1996,6(4):239-241
- 12 王国民,袁文化,蒋莉萍.语图仪在腭裂整复术后异常语音分析中的应用.口腔颌面外科杂志,1995,5(4):189-191
- 13 李宁毅,袁荣涛,樊功为.鼻咽镜、语图仪与计算机联合应用在诊治腭裂术后病理性语音中的价值.华西口腔医学杂志,1997,15(4):328-330
(2002-06-12 收稿,2003-01-10 修回)
(本文编辑 邓本姿)