

·综述·

运动性构音障碍的评估进展

朱守娟¹ 屈云^{1,2} 刘珂¹

运动性构音障碍(dysarthria)是指由于中枢神经系统或周围神经系统损害导致,肌肉的控制紊乱而形成的一组言语障碍,特指由于言语相关肌肉的麻痹、肌力减弱或者不协调所导致的口语交流方面的障碍。运动性构音障碍常表现为言语相关肌肉组织运动减慢、减弱、不精确、不协调,也可能影响到呼吸、共鸣、喉发声的控制、构音和韵律^[1-2],临床上常简称为构音障碍。运动性构音障碍可单独发生,但大多数情况下合并其他言语障碍共同存在,如合并失语症等。运动性构音障碍常见病因包括脑外伤、脑瘫、肌萎缩性侧索硬化^[3]、多发性硬化^[4]、脑卒中^[5]、帕金森病^[6]、脊髓小脑共济失调^[7]等。构音障碍根据神经解剖和言语声学特点可以分为弛缓型、痉挛型、失调型、运动过弱型、运动过强型和混合型^[8]。

对于运动性构音障碍总体的发病率国内外研究报道均较少,Miller等^[9]对125例帕金森病患者研究显示,有69.6%的患者的言语清晰度均值比正常对照组低,其中51.2%的患者低一个标准差,表明在帕金森患者中构音障碍的发病率较高。Bogousslavsky等^[10]对1000例初次卒中患者进行筛选,发现有言语障碍的患者高达46%,其中12.4%确诊为构音障碍患者。Hartelius等^[11]研究也发现多发性硬化患者中构音障碍发病率为51%。由此可见构音障碍的发病率较高。随着科学技术的进步,许多先进的技术可以应用于构音障碍的评估,因此构音障碍的评估方法倾向于量化、精确化、客观化。而目前文献研究样本量普遍偏小,随机双盲对照试验研究少,为了进一步促进构音障碍评估的研究需要了解当前构音障碍的评估现状。

1 言语生理

言语声音的产生要求呼吸系统作为动力源产生并维持稳定的声门下压力,喉、腭咽和口面部相关结构必须在气流中有效而精确地运动,才能发出准确的言语清晰度高的可理解的声音。言语声音的产生还需要听觉反馈及觉知的协同才能精确的完成。言语声音产生的主要功能组成部分包括四个系统:呼吸、腭咽、喉、口面部^[12]。而运动性构音障碍常表现为呼吸、共鸣、喉发声的控制、构音和韵律的损害^[2]。因

此构音障碍的评估主要包括对呼吸、共鸣、发声器官、构音器官功能的评估以及社会心理评估。构音障碍的评估总体主要包括主观评估和客观评估两大方面。客观评估指采用客观的精密的仪器设备对构音器官和构音功能进行检查评估,可以更精确地揭示构音器官的生理和病理状态,是构音障碍评估的重要组成部分。如:喉肌电图、电声门图、电子腭位图、气体动力学及声学评估和喉内镜等,其中声学评估能够定量、客观、准确地评估出构音障碍的临床表现、严重程度及特征,还能随着病情发展评估构音障碍的恶化或好转以及疗效^[4]。主观评估主要由有经验的言语治疗师通过听及观察来判断患者是否有构音障碍及构音障碍的严重程度,通过言语主观知觉评估和言语清晰度评估来进行分级^[13],如Frenchay构音障碍评估和日本构音障碍检查等,不但提供构音功能状态资料,而且对诊断提供了很有价值的信息。有研究表明对于脑卒中患者运用主观和客观声学评估相结合的方法能够更好的评定出构音障碍的严重程度^[5]。

2 构音障碍的评估

2.1 呼吸功能评估

呼吸道气流是发声的动力源,呼吸系统首要的目标是产生和维持稳定的声门下压力,喉、腭咽和口面部结构必须在呼吸气流中有效而精确地运动才能产生清晰的言语。通常对话响度的声门下压力为5—10cmH₂O,远远小于最大呼气压力,6岁儿童最大呼气压力为50cmH₂O、成人最大呼气压力为120cmH₂O^[12],如果患者的呼吸系统能产生5cmH₂O的声门下压力并维持5s,就认为其产生言语所要求的呼吸功能在正常范围内^[14]。对于呼吸功能的评估应该包括:声门下压力、肺活量、肺容量、发声时呼吸控制力评估^[12]等。声门下压力可以通过音节发声时压力传感器来测量^[15],也可以通过不发声时U形管压力计和漏管测量^[14]。肺活量和肺容量可以用肺活量计或几种电子传感器测得^[12]。呼吸控制力可以通过吸气检测来评估,即让患者吸入最大吸气容量的50%后,在说话的同时以最慢速度呼出,评估其控制力^[12]。总体来说呼吸功能的评估包括传统肺功能检查项目和气流动力学评估。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.01.026

1 四川大学华西医院康复医学科,四川大学华西临床医学院康复系,四川省康复医学重点实验室,四川成都,610041; 2 通讯作者
作者简介:朱守娟,女,在读硕士; 收稿日期:2011-03-20

言语的产生也是一个气流动力学的事件,言语气流动力学即言语产生时有关器官产生运动来维持所需要的空气动力,包括足够压力、足够气流量和足够的气体容量^[12]。Jussara等^[16]在成人和儿童脑外伤后喉功能的比较研究中将气流动力学作为其中一个很重要的指标。他们用一种嗓音功能分析软件、II型探音器来测量持续发/ɪpɪpɪ/的口内压、持续发/p/的最大口内压、平均发声声压级、声门阻力、发声气流量,并通过这些指标来估计声门下压,通过参数比较来确定成人和儿童脑外伤后喉功能是否有差异。Cahill等^[17]在对脑外伤儿童应用喉功能知觉仪器分析,也对气流动力学进行了详细的评估和描述。由此可见,呼吸功能包括肺功能和气流动力学评估在构音障碍患者的评估中有非常重要的作用。

2.2 共鸣功能评估

共鸣功能也是构音障碍评估重要指标之一。共鸣器官包括鼻腔、鼻窦、咽腔、喉腔、胸部、口腔、胸腔等。人的声道是一端封闭、一端开放的闭管共鸣器官,其中声带以上至口唇形似喇叭的共鸣腔即声道(vocal tract)的共鸣作用最大,具有可变性和复合性,其大小、形状及腔壁的硬度影响共鸣效果。喉只能发出单调的基音,经共鸣作用产生泛音成分,使声音丰满而悦耳。口腔和咽腔的形状可以调节,称为可调共鸣腔。元音的发声是由共鸣腔的共鸣来控制的。因此,任何可能引起声道改变的组织结构运动异常均可导致共鸣功能异常。在自然言语过程中喉和声道的共变与基频^[18](formant 0, F_0)和共振峰频率(formant frequencies, FFs)相关^[19]。其中与元音最相关的声学参数为第一共振峰(formant 1, F_1)和第二共振峰(formant 2, F_2),这些共振峰频率的改变可以非常有效地评估出构音器官的运动功能和由构音器官运动引起的声道三维结构的改变^[4]。Sapir等^[4]研究发现共振峰集中率(formant centralization ratio, FCR)对于区分构音障碍患者和正常人以及评估疗效是一个敏感的、有效的、可靠的声学指标,共振峰集中率被定义为 $(F_{2u}+F_{2a}+F_{1i}+F_{1u})/(F_{2i}+F_{1a})$, F_{2u} 指的是元音/u/的第二共振峰频率, F_{1i} 指的是元音/i/的第一共振峰频率,其他的以此类推。共振峰集中率对元音的共振很敏感,元音共振的时候共振峰集中率变大,元音分散的时候共振峰集中率变小。Kim等^[20]通过对40例构音障碍患者(其中20例帕金森病,20例脑卒中患者和5例没有神经病史的对照者)重复发六个单词:coat, hail, sigh, shoot, row, wax, 每个单词10遍,通过声学分析第二共振峰斜率(second-formant slope, F_2 slope),得出帕金森病组和脑卒中组的第二共振峰斜率除了单词'row'外,均低于对照组,且差异有显著性意义,而在帕金森病组与脑卒中组之间差异没有显著性意义。得出声学参数的分布特征,如第二共振峰斜率的分布,可以作为构音障碍的言语运动控制力严重程度的定量标准,不过仍然需要进一步的研究。

2.3 发声器官功能评估

发声器官功能评估即喉功能的评估。喉部的声带为发声的主要器官,声带在适当的呼气气流作用下振动,产生的声音即基音,为人类交流的基础。在言语产生的过程中,喉不仅仅产生声音的基频,还通过基频的改变来调节语调和表达说话者的情感,同时喉部通过声门大小和刚度的改变来产生各种原因和辅音^[12]。喉是言语产生机制的重要组成部分,中枢神经(特别是双侧皮质脊髓束和基底核等)和外周神经(特别是迷走神经)受损都会导致发声障碍,声带的神经、肌肉和关节异常引起声带无力和声带质量改变均会引起发声改变^[16]。

2.3.1 发声器官主观感知评估: Netsell^[12]认为对喉功能的评估大部分可以通过主观感知音调改变、响度级、音质、言语清晰度来进行。Vitorino^[16]和Cahill等^[17]均采用国际上常用的Frenchay构音障碍评估(Frenchay dysarthria assessment, FDA)作为主观评估方法来对构音障碍进行研究。Surabhi等^[21]对构音障碍喉功能主客观评估发现声学的客观评估指标微扰(perturbation)、音调和音调变异系数(pitch variation index, PVI)等的测试结果和主观评估方法 FDA得分有关联。Carrillo等^[22]则采用自定的听觉-知觉参数(auditory-perceptual parameters)对不同类型构音障碍患者进行主观评估,其参数包括嗓音类型,共鸣(平稳性、鼻音化、咽喉功能),响度(正常、降低、增加),音调(正常、低、高)起声方式(共起声、硬起声、气息性起声),其听觉-知觉分析获得的数据表明,目前大多数存在的音质问题为粗糙音、呼吸音、咽喉共鸣异常和起声不稳等。日本言语医学和嗓音医学学会提出的GRBAS分级和美国言语及听力协会提出的CAPE—V分级标准都应用于嗓音质量的临床主观评估^[23]。

2.3.2 发声器官客观性评估: 喉功能的器械评估意在评估喉的生理功能状态,主要包括嗓音客观物理声学分析(acoustic analysis)^[5,21-22]、电声门图(electroglottography, EGG)^[16, 24]、喉的气流动力学^[16-17]、喉肌电图(laryngeal electromyography, LEMG)^[25-26]、喉镜检查(laryngoscopy)等。电声门图是通过测量发声时声门接触面积的变化来研究声带的振动情况,声带相互接触时电流量高于声门开放时的电流量,用电极片测得声带振动时声门电阻抗变化引起的体表电流量改变而描记出来的声门开闭曲线即为电声门图。Vitorino^[16]在脑外伤后成人和儿童喉功能状态对比分析的研究中运用了电声门图和喉的气流动力学的研究方法,其中电声门图是一种对声门振动运动能力间接评估的无创性方法,患者在中立坐位下持续维持头颈部中立的前提下重复发/ɪ/ /a/ /ɔ/ /u/ /ɜ/元音,并通过固定于甲状软骨的电极获得Lx波形(Lx waveform),声带闭合的过程Lx波形向上,声带打开的时候Lx波形向下,并且结合基频、声带打开与整个发声振动周期的比,以及声

带闭合时间这三个指标能更加敏感的评估出声门的生理功能状态,得出脑外伤后成人组的基频和声带闭合时间均低于脑外伤后儿童组,且两组的声带打开与整个发声振动周期的比对于元音/3/差异有显著性意义。

喉肌电图是一种测试喉肌及其支配神经肌电活动的重要检查方法。通过测试喉部在发声、呼吸、吞咽等不同生理活动时后部肌肉电生理活动的状况,以判断喉神经肌肉功能状态,为喉运动性发声障碍、吞咽障碍及其他喉神经肌肉疾病的诊断治疗及预后的判定提供科学依据。Sataloff^[26]在喉肌电图的临床应用研究中指出喉肌电图能鉴别声带麻痹和环杓关节固定融合病变,并且与喉肌电图检查结果相比,近三分之一的病例仅依靠视觉评估和声带动力学评估以及动态频闪喉镜检查来诊断喉神经肌肉疾病是错误的。对动态频闪喉镜检查声带运动没有明显异常的患者,喉肌电图也能诊断其神经肌肉的功能障碍,喉肌电图不仅可以判断麻痹的严重程度还对治疗有指导意义,可以判断患者是否是仅仅需要手术。

喉镜检查是通过直接观察喉部、共鸣腔及发声器官的情况,了解发声及发声器官的生理病理状态,主要包括间接喉镜、纤维喉镜、电子喉镜、直管放大喉镜及动态频闪喉镜检查。其中动态喉镜检查主要用于观察发声时声带的振动特性,是唯一能看到声带黏膜波移动方式的检查^[27]。

2.4 构音器官功能评估

构音器官包括口腔、舌、腭、唇、齿、颊等,属于声道的可变部分,这些构音器官的运动和发声器官的运动相互协调而产生所有的辅音和元音^[12]。Kent等观察到4例神经障碍引起的构音障碍患者的下颌、嘴、舌在发辅音和元音的时候运动降低^[28]。目前文献中主要的构音器官客观评估方法为X射线微束技术(X-ray microbeam)、轮替运动^[29-30](diadochokinesis, DDK)、电磁发音仪(electromagnetic articulography, EMA)、电子腭位图(electropalatographic, EPG)等。构音器官软腭的运动功能障碍会引起鼻音化^[31],构音器官的运动功能障碍会引起言语清晰度(speech intelligence)下降。因此,鼻音化定量指标鼻流量^[18,32]和言语清晰度^[33]评估也是构音器官功能评估的重要组成部分。

Yunusova等^[34]用X射线微束技术对构音器官运动距离、运动持续时间、元音相关平均运动速度等运动参数进行收集和分析,来评估唇、舌、颌等构音器官的运动功能。轮替运动是一种评估口舌等两个或多个器官交替运动功能的特定方法^[29],其用于言语声音的评估是基于音节重复^[35],并代表了高速重复简短言语的能力,与准确的构音、构音障碍严重程度和言语清晰度相关^[29]。轮替运动有很好的信度和效度^[30]。Bartle等^[36]和Kuruvilla等^[37]运用电磁发音仪来评估脑外伤患者言语时舌-颌的协同运动能力。电子腭位图也被运用来评

估舌-腭的接触运动^[38]。腭咽在发声时通过肌肉收缩来快速关闭和开启腭咽通道来产生口音和鼻音,当腭咽闭合不全的时候会引起鼻音化、口内压下降、鼻流量增大^[12],其中鼻流量定义为鼻腔声压级和口鼻合计声压级的比值^[39]是测定鼻音化的定量指标。鼻音化也可以通过主观听觉评估结合鼻流量来进行评估^[39]。言语清晰度指的是即听众可以准确地获得说话者语音信号表达信息的程度^[33]。

2.5 社会心理评估

获得性构音障碍对患者社会心理的影响已被公认,而且患者的社会心理状态评估对预后的判断和治疗方法的选择均有影响。但是言语治疗师没有评估构音障碍患者社会心理状态的专用评估方法^[40]。Walshe等^[40]提出了运用构音障碍影响力评估(dysarthria impact profile, DIP)来评估构音障碍患者的社会心理状态。总的来说,在构音障碍患者社会心理异常客观存在的情况下,对于构音障碍患者社会心里的关注不足,需要进一步的研究。

3 展望

构音障碍评估涉及呼吸器官、发声器官、共鸣器官和构音器官的评估,各个器官协调运动密不可分,任何一个器官功能紊乱均会引起构音障碍。运动性构音障碍的研究领域在不断扩大,涉及医学、语音学、心理学、声学、计算机科学等多学科相互渗透来研究构音障碍的评估。但整体来说样本量较小,缺乏多中心随机对照双盲实验研究,循证证据缺乏。主观评估简便易行,但受评估者主观因素和环境因素影响大,客观评估虽然能定量准确评估构音障碍,但是由于一些有价值的客观评估方法(如:喉肌电图^[41])操作复杂、费用昂贵或者有创等原因而未能在临床广泛应用。因此,临床上需进一步关注和研究构音障碍患者的评估,并且在临床上应重视构音障碍患者社会心理的评估。

参考文献

- [1] Yorkston KM. Treatment efficacy:dysarthria[J]. J Speech Hear Res, 1996, 39(5): S46—57.
- [2] Sheard C, Adams RD, Davis PJ. Reliability and agreement of ratings of ataxic dysarthric speech samples with varying intelligibility[J]. J Speech Hear Res, 1991, 34(2): 285—293.
- [3] Tomik B, Guilloff RJ. Dysarthria in amyotrophic lateral sclerosis: A review[J]. Amyotroph Lateral Sc, 2010, 11(1—2): 4—15.
- [4] Sapir S, Ramig LO, Spielman JL, et al. Formant centralization ratio: a proposal for a new acoustic measure of dysarthric speech[J]. J Speech Hear Res, 2010, 53(1): 114—125.
- [5] Wang YT, Kent RD, Kent JF, et al. Acoustic analysis of voice in dysarthria following stroke[J]. Clinical Linguistics & Phonetics, 2009, 23(5): 335—347.
- [6] Ma JK, Whitehill TL, So SY. Intonation contrast in Cantonese speakers with hypokinetic dysarthria associated with Parkin-

- son's disease[J]. *J Speech Hear Res*, 2010,53(4): 836—849.
- [7] Schalling E, Hammarberg B, Hartelius L. Perceptual and acoustic analysis of speech in individuals with spinocerebellar ataxia (SCA) [J]. *Logo Phoniater Voco*, 2007,32(1): 31—46.
- [8] Fonville S, van der Worp HB, Maat P, et al. Accuracy and inter-observer variation in the classification of dysarthria from speech recordings[J]. *J Neurol*, 2008, 255(10): 1545—1548.
- [9] Miller N, Allcock L, Jones D, et al. Prevalence and pattern of perceived intelligibility changes in Parkinson's disease[J]. *J Neurol Neurosurg Ps*, 2007, 78(11): 1188—1190.
- [10] Bogousslavsky J, Van Melle G, Regli F. The Lausanne Stroke Registry: analysis of 1,000 consecutive patients with first stroke[J]. *Stroke*, 1988, 19(9): 1083—1092.
- [11] Hartelius L, Runmarker B, Andersen O. Prevalence and characteristics of dysarthria in a multiple-sclerosis incidence cohort: relation to neurological data[J]. *Folia Phoniater Logo*, 2000, 52(4): 160—177.
- [12] Netsell R. Speech aeromechanics and the dysarthrias: implications for children with traumatic brain injury[J]. *J Head Trauma Rehab*, 2001, 16(5): 415—425.
- [13] Bloch S, Wilkinson R. Acquired dysarthria in conversation: identifying sources of understandability problems[J]. *Int J Comm Dis*, 2009, 44(5): 769—83.
- [14] Netsell R, Hixon TJ. A noninvasive method for clinically estimating subglottal air pressure[J]. *J Speech Hear Res*, 1978, 43(3): 326—330.
- [15] Smitheran JR, Hixon TJ. A clinical method for estimating laryngeal airway resistance during vowel production[J]. *J Speech Hear Res*, 1981, 46(2): 138—146.
- [16] Vitorino J. Laryngeal function: a comparative analysis between children and adults subsequent to traumatic brain injury[J]. *J Head Trauma Rehab*, 2009, 24(5): 374—83.
- [17] Cahill LM, Murdoch BE, Theodoros DG. Perceptual and instrumental analysis of laryngeal function after traumatic brain injury in childhood[J]. *J Head Trauma Rehab*, 2003, 18(3): 268—283.
- [18] Mandulak KC, Zajac DJ. Effects of altered fundamental frequency on nasalance during vowel production by adult speakers at targeted sound pressure levels[J]. *Cleft Palate-Cran J*, 2009, 46(1): 39—46.
- [19] Assmann PF, Nearey TM. Relationship between fundamental and formant frequencies in voice preference[J]. *J Acoust Soc Am*, 2007, 122(2): 35—43.
- [20] Kim Y, Weismer G, Kent RD, et al. Statistical models of F2 slope in relation to severity of dysarthria[J]. *Folia Phoniater Logo*, 2009, 61(6): 329—335.
- [21] Surabhi V, Vijayalakshmi P, Steffina L, et al. Assessment of laryngeal dysfunctions of dysarthric speakers [C]. *Conference Proceedings: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society*, 2009: 2608—2611.
- [22] Carrillo L, Ortiz KZ. [Vocal analysis (auditory - perceptual and acoustic) in dysarthrias] [J]. *Profono*, 2007, 19(4): 381—386.
- [23] Karnell MP, Melton SD, Childs JM, et al. Reliability of clinician-based (GRBAS and CAPE-V) and patient-based (V-RQOL and IPVI) documentation of voice disorders[J]. *J Voice*, 2007, 21(5): 576—590.
- [24] Horton SK, Murdoch BE, Theodoros DG, et al. Motor speech impairment in a case of childhood basilar artery stroke: treatment directions derived from physiological and perceptual assessment[J]. *Pediatr Rehabil*, 1997, 1(3): 163—177.
- [25] Andrade CR, Queiroz DP, Sassi FC. Electromyography and diadochokinesia: a study with fluent and stuttering children [J]. *Profono*, 2010, 22(2): 77—82.
- [26] Sataloff RT, Praneetvatakul P, Heuer RJ, et al. Laryngeal electromyography: clinical application[J]. *J Voice*, 2010, 24(2): 228—234.
- [27] Gugatschka M, Kiesler K, Beham A, et al. Hyperplastic epithelial lesions of the vocal folds: combined use of exfoliative cytology and laryngostroboscopy in differential diagnosis[J]. *Eur Arch Oto-Rhino-L*, 2008, 265(7): 797—801.
- [28] Kent R, Netsell R. A case study of an ataxic dysarthric: cineradiographic and spectrographic observations[J]. *J Speech Hear Res*, 1975, 40(1): 115—134.
- [29] Padovani M, Gielow I, Behlau M. Phonarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals[J]. *Arq Neuropsiquiat*, 2009, 67(1): 58—61.
- [30] Wang YT, Kent RD, Duffy JR, et al. Analysis of diadochokinesis in ataxic dysarthria using the motor speech profile program[J]. *Folia Phoniater Logo*, 2009, 61(1): 1—11.
- [31] Vogel AP, Ibrahim HM, Reilly S, et al. A comparative study of two acoustic measures of hypernasality[J]. *J Speech Hear Res*, 2009, 52(6): 1640—1651.
- [32] Birkent H, Erol U, Ciyiltepe M, et al. Relationship between nasal cavity volume changes and nasalance[J]. *J Laryngol Otol*, 2009, 123(4): 407—411.
- [33] Van Nuffelen G, De Bodt M, Wuyts F, et al. Speech technology-based assessment of phoneme intelligibility in dysarthria[J]. *Int J Lang Comm Dis*, 2009, 44(5): 716—30.
- [34] Yunusova Y, Weismer G, Westbury JR, et al. Articulatory movements during vowels in speakers with dysarthria and healthy controls[J]. *J Speech Hear Res*, 2008, 51(3): 596—611.
- [35] Kent RD, Weismer G, Kent JF, et al. Acoustic studies of dysarthric speech: methods, progress, and potential[J]. *J Commun Disord*. 32(3): 141—180.
- [36] Bartle CJ, Goozee JV, Scott D, et al. EMA assessment of tongue-jaw co-ordination during speech in dysarthria following traumatic brain injury[J]. *Brain Inj*, 2006, 20(5): 529—545.
- [37] Kuruvilla M, Murdoch B, Goozee J. Electromagnetic articulography assessment of articulatory function in adults with dysarthria following traumatic brain injury[J]. *Brain Inj*, 2007, 21(6): 601—613.
- [38] Kuruvilla MS, Murdoch BE, Goozee JV. Electropalatographic (EPG) assessment of tongue-to-palate contacts in dysarthric speakers following TBI[J]. *Clin Linguist Phonet*, 2008, 22(9): 703—725.
- [39] McHenry MA. Aerodynamic, acoustic, and perceptual measures of nasality following traumatic brain injury[J]. *Brain Inj*, 1999, 13(4): 281—290.
- [40] Walshe M, Peach RK, Miller N. Dysarthria impact profile: development of a scale to measure psychosocial effects[J]. *Int J Lang Comm Dis*, 2009, 44(5): 693—715.
- [41] Stager SV, Bielamowicz SA. Using laryngeal electromyography to differentiate presbylarynges from paresis[J]. *J Speech Hear Res*, 2010, 53(1): 100—113.