

· 临床研究 ·

学龄痉挛型脑瘫儿童与正常儿童鼻腔共鸣声学特点的比较研究

万勤 高晓慧 张青

【摘要】目的 比较学龄痉挛型脑瘫儿童与正常儿童在鼻腔共鸣方面的差异,探讨学龄痉挛型脑瘫儿童的鼻腔共鸣特征。**方法** 对 90 例正常儿童(纳入正常组)及 62 例痉挛型脑瘫儿童(纳入脑瘫组)进行平均鼻流量(MNS)测试,将所得结果进行对比分析。**结果** (1)年龄因素对正常组儿童发/a/、/i/、/m/音时的 MNS 具有显著影响($P < 0.05$),对发/u/音时的 MNS 无明显影响($P > 0.05$);年龄因素对脑瘫组患儿发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 均无明显影响($P > 0.05$);(2)性别因素仅对正常组儿童发/i/音时的 MNS 具有显著影响($P < 0.05$),对其它发音的 MNS 均无明显影响($P > 0.05$);(3)痉挛型脑瘫患儿发/a/音时的 MNS 显著低于正常儿童($P < 0.05$),而发/i/、/u/音时的 MNS 显著高于正常儿童($P < 0.05$)。**结论** 随着年龄增长,正常儿童发/a/、/i/、/u/音时的 MNS 呈现先增后减趋势,而发/m/音时的 MNS 呈现逐渐增加趋势,11~13 岁是学龄正常儿童鼻腔共鸣功能发育的高峰期,而痉挛型脑瘫患儿发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 无相应变化趋势,整体上表现为鼻腔共鸣功能发育迟滞;学龄痉挛型脑瘫患儿较正常儿童更容易出现鼻音功能亢进等异常。

【关键词】 痉挛型脑瘫; 鼻腔共鸣; 平均鼻流量; 鼻音功能亢进

The nasal resonance acoustics of school-age children with spastic cerebral palsy WAN Qin*, GAO Xiao-hui, ZHANG Qing. * Key Laboratory of Speech and Hearing Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062, China

【Abstract】 Objective To characterize the nasal resonance of children with spastic cerebral palsy by comparing it with that of ordinary school-age children. **Methods** The mean nasalance scores (MNSs) of 90 normal school-age children and 62 school-age children with spastic cerebral palsy were measured and compared. **Results** (1) Age has significant effects on the MNS of /a/, /i/ and /m/ in ordinary children, but has almost no effect on the MNS of /u/. The MNS of /a/, /i/, /u/ and /m/ in children with spastic cerebral palsy does not change with age. (2) Sex only has a significant relationship with the MNS of /i/ in ordinary children, but does not significantly predict the other MNSs. (3) The MNS of /a/ of children with spastic cerebral palsy is significantly lower than that of ordinary children, and their MNS of /i/ and /u/ is significantly greater than those of ordinary children. **Conclusions** The MNS of /a/, /i/ and /u/ first increases and then decreases with age in ordinary children, while the MNS of /m/ increases gradually. Children with spastic cerebral palsy did not show the same trends and demonstrated a state of retardation of nasal resonance. Children with spastic cerebral palsy are more likely to display hypernasality than ordinary children.

【Key words】 Children; Spasticity; Cerebral palsy; Nasal resonance; Hypernasality

痉挛型脑瘫是脑瘫常见类型之一,其患者数量约占所有类型脑瘫患者总量的 60%~70%,患者主要表现为中枢性运动障碍及姿势异常、生长发育迟缓等,其中约 80% 脑瘫患儿有不同程度语言障碍^[1-2]。由于痉挛型脑瘫所致运动功能障碍会累及发音肌群,约有 50% 此类患儿存在语言发育迟缓及运动性构音异常^[3],其中以鼻腔共鸣功能障碍在痉挛型脑瘫儿童中

较为常见。目前我国对于痉挛型脑瘫儿童的研究主要集中在运动功能评估、治疗及康复方面,针对学龄痉挛型脑瘫儿童鼻腔共鸣异常及特点的研究甚少。基于上述背景,本研究拟采用平均鼻流量(mean nasalance scores, MNS)^[4]作为评估脑瘫儿童鼻腔共鸣的重要指标,从而探讨学龄痉挛型脑瘫患儿的鼻腔共鸣特征,并比较其与正常儿童在年龄、性别上所表现出的差异,为痉挛型脑瘫儿童制订具有针对性的鼻腔共鸣障碍康复方案提供支持及理论指导。

对象与方法

一、研究对象

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.11.003

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81301678)

作者单位:200062 上海,华东师范大学言语听觉科学教育部重点实验室(万勤、高晓慧、张青),言语听觉康复科学系(万勤、高晓慧、张青);邯郸学院教育学院特教系(张青)

本研究学龄痉挛型脑瘫患儿均选自上海 4 所特殊教育学校,共计 62 例,其中男 46 例,女 16 例,年龄 7~16 岁。患儿入选标准包括:①患痉挛型脑瘫;②韦氏儿童智力量表得分均在 55 分以上;③无听觉障碍史;④测试期间没有过敏症或上呼吸道感染等影响言语功能的疾病;⑤具备基本发音能力,能够清晰发/a/、/i/、/u/、/m/音。同时选取正常学龄儿童 90 例纳入正常组,男、女生各 45 例,年龄 7~16 岁;均无听觉及言语障碍史;无过敏或上呼吸道感染等影响言语功能的疾病。根据正常儿童生理发育规律,本研究将入选对象分为 3 个年龄段,分别为 7~10 岁、11~13 岁及 14~16 岁年龄段。2 组入选对象各年龄段及性别分布情况详见表 1。

表 1 2 组入选儿童年龄、性别分布情况比较(例)

组别	例数	7~10 岁		11~13 岁		14~16 岁	
		男	女	男	女	男	女
脑瘫组	62	18	7	12	6	16	3
正常组	90	15	15	15	15	15	15

二、测试材料及设备

选取非鼻音/a/、/i/、/u/和鼻音/m/作为测试指标。声音采集设备包括上海产 LA01 型前置低通滤波放大器、带专业声卡电脑等。放大器参数设置为滤波 20 kHz,增益 25 dB。录音软件为泰亿格电子(上海)有限公司提供的“启音博士鼻流量检测软件”,采样频率为 44 100 Hz。整个录音过程在安静室内进行(室内背景噪声低于 40 dB),嘱每个被试者发/a/、/i/、/u/、/m/音,均录制 3 遍。进行正式录音时,要求被试者取坐姿、上身挺直、头位正,挡板置于口、鼻之间且要求与皮肤紧密接触无空隙,挡板保持与地面平行处于水平位;测试中操作者注意避免挡板滑动,以保证实验数据准确性。采用“启音博士鼻流量检测仪”对录制好的声音进行剪切,框选目标声波进行数据分析,从而计算各被试者 MNS 值。

三、统计学分析

采用 SPSS 17.0 版统计学软件包进行数据分析。正常组被试者资料比较选用方差检验及独立样本 *t* 检验,由于脑瘫组各年龄段、不同性别患儿数量较少,故采用非参数检验中的多独立样本 Kruskal-Wallis 检验进行统计学比较, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

一、不同年龄段 2 组被试者 MNS 表现分析

随着年龄增长,正常组中男生、女生发/m/音时的 MNS 及女生发/a/音时的 MNS 有逐渐增加趋势,而其他发音男生、女生 MNS 均呈现先增加、后降低趋势;脑瘫组被试者除了男生发/i/、/u/音时的 MNS 及女生发/a/音时的 MNS 变化趋势与正常组相同外,其他发

音变化规律均与正常组不同,甚至出现完全相反的变化趋势,详见表 2、表 3。

表 2 不同年龄段正常组被试者 MNS 测试情况比较(% , $\bar{x} \pm s$)

年龄	例数	发/a/音时的 MNS	发/i/音时的 MNS	发/u/音时的 MNS	发/m/音时的 MNS
7~10 岁					
男	15	30.68 ± 11.66	35.48 ± 9.67	30.96 ± 11.95	65.10 ± 10.09
女	15	35.26 ± 11.43	38.30 ± 8.91	34.86 ± 11.92	61.18 ± 12.04
合计	30	32.97 ± 11.58	36.89 ± 9.25	32.91 ± 11.89	63.14 ± 11.10
11~13 岁					
男	15	40.22 ± 8.61	43.00 ± 8.04	36.37 ± 11.58	67.88 ± 14.97
女	15	40.62 ± 8.00	46.43 ± 6.47	36.94 ± 8.65	70.84 ± 15.35
合计	30	40.42 ± 8.17	44.71 ± 7.38	36.66 ± 10.05	69.36 ± 14.98
14~16 岁					
男	15	37.48 ± 6.35	38.47 ± 7.08	32.11 ± 5.52	78.36 ± 3.89
女	15	42.03 ± 6.44	46.36 ± 9.51	34.67 ± 7.86	79.88 ± 6.02
合计	30	39.75 ± 6.70	42.42 ± 9.17	33.39 ± 6.80	79.12 ± 5.04

表 3 不同年龄段脑瘫组被试者 MNS 测试情况比较(% , $\bar{x} \pm s$)

年龄	例数	发/a/音时的 MNS	发/i/音时的 MNS	发/u/音时的 MNS	发/m/音时的 MNS
7~10 岁					
男	18	29.56 ± 7.50	42.65 ± 12.95	36.23 ± 13.88	70.16 ± 10.30
女	7	31.51 ± 5.37	42.38 ± 10.03	40.50 ± 11.45	75.28 ± 6.30
合计	25	30.10 ± 6.92	42.58 ± 11.99	37.43 ± 13.15	71.59 ± 9.52
11~13 岁					
男	12	31.78 ± 4.17	48.87 ± 6.94	43.64 ± 8.74	74.52 ± 13.08
女	6	34.56 ± 10.27	41.10 ± 12.45	36.08 ± 16.86	63.14 ± 7.71
合计	18	32.70 ± 6.64	46.28 ± 9.54	41.12 ± 12.10	70.73 ± 12.59
14~16 岁					
男	16	32.14 ± 10.62	46.17 ± 10.92	41.38 ± 11.63	70.50 ± 16.64
女	3	43.41 ± 13.87	57.98 ± 10.97	48.36 ± 6.59	74.48 ± 21.56
合计	19	33.92 ± 11.54	48.03 ± 11.50	42.48 ± 11.15	71.13 ± 16.87

二、年龄对学龄儿童 MNS 的影响

1. 年龄对学龄正常儿童 MNS 的影响:通过单因素方差分析发现,正常组不同年龄段儿童发/a/音时的 MNS 组间差异具有统计学意义($P < 0.05$),进一步对年龄因素进行多重比较后发现,11~13 岁和 14~16 岁正常儿童发/a/音时的 MNS 均与 7~10 岁正常儿童间差异具有统计学意义($P < 0.05$);正常组不同年龄段儿童发/i/音时的 MNS 组间差异均有统计学意义($P < 0.05$),进一步对年龄因素进行多重比较后发现,11~13 岁和 14~16 岁正常儿童发/i/音时的 MNS 均与 7~10 岁正常儿童间差异具有统计学意义($P < 0.05$);正常组不同年龄段儿童发/m/音时的 MNS 组间差异均有统计学意义($P < 0.05$),进一步对年龄因素进行多重比较后发现,7~10 岁和 11~13 岁正常儿童发/i/音时的 MNS 均与 14~16 岁正常儿童间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。正常组不同年龄段儿童发/u/音时的 MNS 组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

2. 年龄对学龄脑瘫儿童 MNS 的影响:根据多独立

样本 Kruskal-Wallis 检验步骤,首先假定不同年龄段脑瘫组发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 其总体分布组间差异无统计学意义($P>0.05$),经统计学检验后发现,不同年龄段脑瘫组发/a/、/i/、/u/、/m/音时其 MNS 的 K-W 统计量 P 值分别为 0.435、0.310、0.373 和 0.856 ($P>0.05$),提示应接受原假设,即认为不同年龄段痉挛型脑瘫儿童发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 总体分布组间差异均无统计学意义($P>0.05$),表明年龄因素对学龄痉挛型脑瘫儿童 MNS 无明显影响。

三、性别对学龄儿童 MNS 的影响

1. 性别对学龄正常儿童 MNS 的影响:通过独立样本 *t* 检验发现,正常组不同性别学龄儿童发/i/音时的 MNS 组间差异具有统计学意义($P<0.05$),而发/a/、/u/、/m/音时的 MNS 组间差异均无统计学意义($P>0.05$),表明性别因素会影响学龄正常儿童发/i/音时的 MNS,而不会影响学龄正常儿童发/a/、/u/、/m/音时的 MNS。

2. 性别对学龄脑瘫儿童 MNS 的影响:根据两独立样本 K-S 检验步骤,首先假定不同性别学龄脑瘫组被试者发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 其总体分布组间差异无统计学意义($P>0.05$),经统计学检验后发现,脑瘫组中不同性别患儿发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 其 Z 值分别为 0.880、0.740、0.590 和 0.796 ($P>0.05$),提示应接受原假设,即脑瘫组中不同性别患儿发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 其总体分布组间差异均无统计学意义($P>0.05$),表明性别因素不会影响学龄痉挛型脑瘫儿童的 MNS。

四、脑瘫对学龄儿童 MNS 的影响

以脑瘫(包括正常儿童、脑瘫儿童)为自变量,以发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 为因变量,通过独立样本 *t* 检验发现,正常组与脑瘫组发/a/、/i/、/u/音时的 MNS 组间差异具有统计学意义($P<0.05$),而正常组与脑瘫组发/m/音时的 MNS 组间差异无统计学意义($P>0.05$),提示脑瘫会对学龄儿童发/a/、/i/、/u/音时的 MNS 产生影响,进一步比较发现,脑瘫儿童发/a/音时的 MNS 低于正常儿童水平($P<0.05$),而发/i/、/u/音时的 MNS 则高于正常儿童水平($P<0.05$)。

讨 论

共鸣障碍是指在言语形成过程中,舌、唇、软腭等共鸣器官出现运动失调,导致共鸣腔形状、大小变化出现异常,使言语的共鸣聚焦点出现偏差,从而影响其言语共鸣效果^[4]。共鸣障碍主要包括鼻腔共鸣障碍与口腔共鸣障碍两类,而鼻腔共鸣障碍主要有鼻音功能亢进和鼻音功能低下两种类型,鼻音功能亢进是指在发元音和非鼻浊辅音时,有过多的鼻腔共鸣音,其主要是由于鼻咽部异常开放所致;而鼻音功能低下是指在

发 3 个鼻辅音/m/、/n/、/ng/时,缺乏应有的鼻腔共鸣音,其主要是由于鼻息肉、腺样体增生等器质性阻塞引起。无论是鼻音功能亢进或是低下均会严重影响言语清晰度和言语可懂度。鼻流量(nasalance)是评估鼻腔共鸣功能的客观指标,是鼻腔声压级与输出声压级的比值,临床最常使用的鼻流量指标是 MNS^[4]。由于 MNS 与语言和方言具有密切联系,因此临床上常选用非鼻元音/a/、/i/、/u/的 MNS 及鼻辅音/m/的 MNS 来分别反映是否存在鼻音功能亢进或低下及其严重程度,如被试者发非鼻元音/a/、/i/、/u/的 MNS 高于正常水平,表明其存在鼻音功能亢进,且发/a/、/i/、/u/音时的 MNS 越大,则提示其鼻音功能亢进程度越严重;如被试者发/m/音时的 MNS 低于正常水平,则表明其存在鼻音功能低下,且发/m/音时的 MNS 越小,则提示其鼻音功能低下程度越严重。

目前国内有研究者已针对脑瘫儿童言语问题开展了一系列研究,如汤合杰^[5]提出要对脑瘫儿童进行三阶段式多模块康复训练;黄健光^[6]建议采用中西医结合方法对脑瘫患儿进行包括语言康复在内的多功能模块康复干预。本课题组认为,脑瘫儿童存在鼻腔共鸣问题,会严重影响患儿言语清晰度和可懂度,进而影响其与他人沟通的效率,最终对其身心健康发展产生负面影响。本研究结果显示,随着年龄增长,正常组发/a/、/i/、/u/音时的 MNS 呈现先增后减趋势,而发/m/音时的 MNS 呈现逐渐增加趋势;可见年龄因素对发/a/、/i/、/m/音时的 MNS 具有显著影响($P<0.05$),对发/u/音时的 MNS 则无显著影响($P>0.05$)。进一步比较发现,在发/a/音时,11~13 岁和 14~16 岁被试者 MNS 均显著大于 7~10 岁被试者水平;在发/i/音时,11~13 岁和 14~16 岁被试者 MNS 均显著大于 7~10 岁被试者水平;在发/m/音时,14~16 岁被试者 MNS 显著大于 7~10 岁和 11~13 岁被试者水平。从整体上分析,11~13 岁阶段学龄儿童 MNS 随年龄增长明显加快,表明 11~13 岁是学龄正常儿童鼻腔共鸣功能发育的高峰期。随着年龄增长,尤其是进入青春期后,参与鼻腔共鸣的各个器官发育使得整个口鼻共鸣腔结构发生相应改变,腔体逐渐变大,腔壁变厚,软腭、悬雍垂等组织逐渐发育完全,各器官间协同运动逐渐成熟,如咽缩肌会在言语过程中根据发音内容与软腭一起协同工作,发鼻音时腭咽部完全开放,发开元音时腭咽部完全关闭,发元音和辅音时该通道半开放^[4],与张青等^[7]研究结果基本相似。本研究不同年龄段痉挛型脑瘫患儿发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 其总体分布组间差异均无统计学意义($P>0.05$),且发/a/、/i/、/u/音时的 MNS 呈现随年龄增长而增加趋势,而发/m/音时的 MNS 则呈现随年龄增长而先降后

升趋势。这主要是因为脑瘫患儿普遍存在生长发育迟缓,参与鼻腔共鸣的各器官发育普遍滞后,脑瘫患儿整个口、鼻共鸣腔结构并未像正常儿童一样发生相应改变,软腭、悬雍垂等组织间的协同运动亦并未随年龄增长而逐渐成熟,致使发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 不随年龄增长而发生显著变化;另外由于痉挛型脑瘫患儿存在下颌控制、软腭提升以及舌的灵活性及协调性等方面的问题^[8],致使其发非鼻音/a/、/i/、/u/音时的 MNS 从整体上呈现随年龄增长而逐渐增加趋势,提示如不尽早给予干预,痉挛型脑瘫患儿出现鼻音功能亢进的可能性将随年龄增加而逐渐增大。

本研究中不同性别学龄正常儿童其发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 组间差异无统计学意义($P > 0.05$),而发/i/音时的 MNS 不同性别间差异具有统计学意义($P < 0.05$),且女生发/i/音时的 MNS 大于男生水平,而不同性别学龄痉挛型脑瘫患儿发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 组间差异无统计学意义($P > 0.05$),表明性别因素对学龄儿童鼻腔共鸣的影响作用不显著。另外之所以出现普通女生发/i/音时的 MNS 显著大于男生水平,主要还是考虑与性别因素对言语活动的影响有关。如女性言语常显得“絮絮闲聊、柔声轻语、彬彬有礼”,而男性言语则显得“气粗声大、言语有力、敢说敢道”^[9],这也就导致在发/i/音时,男性下颌张开程度及从口腔释放出的嗓音声学能量要大于女性,最终表现为女性发/i/音时的 MNS 显著大于男性水平。

本研究发现脑瘫患儿与正常儿童发/a/、/i/、/u/音时的 MNS 组间差异均具有统计学意义($P < 0.05$),如痉挛型脑瘫患儿发/a/音时的 MNS 显著小于正常儿童水平,发/i/、/u/音时的 MNS 则显著大于正常儿童水平;脑瘫患儿与正常儿童发/m/音时的 MNS 组间差异则无统计学意义($P > 0.05$)。导致上述情况发生可能与以下原因有关,包括:①痉挛型脑瘫患儿自身运动障碍特点;②测试语料对构音器官运动要求不同等。痉挛型脑瘫患儿大多存在肌张力异常、运动障碍等问题^[7],主要表现为躯干、四肢肌肉处于持续痉挛状态,肌张力异常增高^[10],其下颌、唇、舌、软腭等构音器官亦会受累。痉挛型脑瘫患儿构音器官运动障碍主要表现为下颌控制、软腭提升、唇的力度、活动范围、协调性以及舌的灵活性、协调性等出现异常^[8]。发鼻音/m/时,对共鸣构音器官运动的要求相对简单,被试者只需双唇自然闭合、软腭维持在自然低垂状态即可,因此痉挛型脑瘫儿童发鼻音/m/时的 MNS 与正常儿童无明显差异。在发非鼻音/a/时,要求软腭上抬,下颌持续处于低位,舌体随下颌自然下降。但由于痉挛型脑瘫患儿下颌控制存在问题,其下颌低位控制不佳,张开幅度过大,导致发非鼻音/a/时大部分嗓音声学能量从口

腔释放,进而导致其发/a/音时的 MNS 显著小于正常儿童水平。而在发非鼻音/i/和/u/时,不仅要求软腭上抬,还需要舌体分别向前方、后方运动,下颌持续处于高位,但痉挛型脑瘫患儿由于软腭上抬不佳、舌体易出现后缩、下颌高位控制存在问题,致使其下颌闭合过紧,最终导致痉挛型脑瘫患儿在发非鼻音/i/和/u/时,大部分嗓音声学能量从鼻腔释放,进而表现为痉挛型脑瘫患儿发非鼻音/i/、/u/时的 MNS 显著大于正常儿童水平。有研究指出,发非鼻音/u/时的 MNS 过大,提示被试者存在鼻音功能亢进^[11],可见痉挛型脑瘫患儿较普通儿童更容易出现鼻音功能亢进等异常。

综上所述,本研究结果表明,随着年龄增长,正常儿童发/a/、/i/、/u/音时的 MNS 呈现先增后减趋势,而发/m/音时的 MNS 则呈现逐渐增加趋势,11~13 岁是学龄正常儿童鼻腔共鸣功能发育的高峰期,而痉挛型脑瘫患儿发/a/、/i/、/u/、/m/音时的 MNS 未呈现相应趋势,整体表现为鼻腔共鸣功能发育迟滞;性别因素对学龄儿童的 MNS 影响不大;学龄痉挛型脑瘫患儿较正常儿童更容易出现鼻音功能亢进异常。因此本课题组建议在对学龄痉挛型脑瘫患儿进行运动康复训练同时,也应重视和加强对此类患儿鼻腔共鸣功能的干预,为提高其整体康复疗效奠定基础。

参 考 文 献

- [1] 中国康复医学会儿童康复专业委员会. 小儿脑性瘫痪的定义、分型和诊断条件. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 309.
- [2] 李嘉惠, 肖农. 小儿脑性瘫痪评估的研究进展. 国际儿童科学杂志, 2010, 37: 90.
- [3] 侯梅, 于荣, 赵荣安, 等. 脑瘫儿童的语言特征初探. 中华物理医学与康复杂志, 2003, 25: 232-234.
- [4] 黄昭鸣, 杜晓新. 言语障碍的评估与矫治. 上海: 华东师范大学出版社, 2006: 83.
- [5] 汤合杰. 脑瘫康复训练与思考. 中国中医药现在远程教育, 2008, 6: 1396-1397.
- [6] 黄健光. 小儿脑瘫的诊治新进展. 临床和实验医学杂志, 2010, 9: 1336-1338.
- [7] 张青, 万勤, 关娇. 学龄唐氏综合征儿童与普通儿童鼻腔共鸣特点的比较研究. 中国特殊教育, 2012, 148: 14-19.
- [8] 阮景颜, 代早荣, 梁琪, 等. 学龄期脑瘫儿童构音障碍与瘫痪类型、运动功能、智力和语言发育水平的相关性研究. 中国康复理论与实践, 2012, 18: 354-356.
- [9] 薛雁. 言语性别差异在英语语音、语调中的反映. 兰州商学院学报, 2002, 18: 123-126.
- [10] 胡金秀, 万勤, 李心霖, 等. 7-15 岁脑瘫儿童和普通儿童音调特征的比较研究. 中国特殊教育杂志, 2011, 136: 26-31.
- [11] 魏霜, 黄昭鸣, 杜晓新, 等. 18~40 岁成人鼻流量参考标准的研究. 中国听力语言康复科学杂志, 2009, 33: 38-42.

(修回日期: 2013-09-26)

(本文编辑: 易 浩)