

· 临床研究 ·

发育性语音障碍儿童错误辅音与短时记忆的相关性研究

林珍萍 陈卓铭 李丹 李钰婷 梁振文 黄裕恩 罗文姬

广东暨南大学附属第一医院康复医学科, 广州 510630

通信作者: 陈卓铭, Email: 1090029753@qq.com

【摘要】 目的 观察音素和词汇水平上发育性语音障碍儿童错误辅音的特点, 探讨与短时记忆的相关机制。**方法** 选取符合纳入标准的 36 例发育性语音障碍儿童进行音素水平和词汇水平的辅音发音评估, 按随机数字表法选取其中 12 例患儿作为发育性语音障碍组, 另选 10 例健康儿童作为健康组, 分别对 2 组儿童进行短时记忆评估。观察音素水平和词汇水平两种水平上 36 例发育性语音障碍儿童辅音发音的错误类型和错误率, 分析不同发音水平与短时记忆的相关性。**结果** 发育性语音障碍儿童在音素水平和词汇水平不同发音部位(唇音、舌尖前音、舌尖中音、舌尖后音、舌根音、舌面音)辅音的发音错误个数不同, 其中舌尖中音、舌尖后音和舌根音差异有统计学意义($P < 0.05$)。而音素水平和词汇水平两种发音水平上患儿不同发音部位的错误率亦不相同, 在音素水平上, 替代性错误较高的是舌尖前音(42.86%)和舌尖中音(32.14%), 歪曲性错误较高的是舌尖后音(14.29%), 省略性的错误率均较低, 未习得率较高的是舌面音(9.52%); 在词汇水平上, 替代性错误较高的是舌尖前音(71.43%)和舌尖后音(64.29%), 歪曲性错误较高的是舌尖前音(19.05%)和舌面音(30.95%), 省略性错误较高的是舌尖中音(16.07%), 未习得率较高的是舌尖后音(5.36%); 其中舌尖前音、舌尖后音的替代率以及舌尖中音的省略率在音素水平和词汇水平之间的差异有统计学意义($P < 0.05$)。发育性语音障碍组儿童的短时记忆广度和工作记忆广度分值均低于健康组, Wilcoxon 秩和检验显示, 2 组儿童的短时记忆广度差异有统计学意义($Z = 2.018, P = 0.044$), 工作记忆广度差异无统计学意义($Z = 0.559, P = 0.576$)。2 组儿童的发音水平与短时记忆广度呈中度相关($r = 0.523, P < 0.05$), 与工作记忆广度无明显相关性($r = 0.264, P > 0.05$)。**结论** 发育性语音障碍儿童在词汇水平的辅音发音(舌尖中音、舌尖后音和舌根音)错误高于音素水平, 以舌尖前音、舌尖后音的替代性错误和舌尖中音的省略性错误为主, 可能与短时记忆广度有关。

【关键词】 语音障碍; 辅音; 错误模式; 短时记忆

基金项目: 广东省医学科学技术研究基金项目(A2018325); 高校人文社会科学重点研究基地项目(16JJD190003); 广东省重点领域研发计划资助(2019B030335001)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.05.011

Mispronounced consonants and short-term memory among children with developmental speech sound disorder

Lin Zhenping, Chen Zhuoming, Li Dan, Li Yuchang, Liang Zhenwen, Huang Yu'en, Luo Wenji

Department of Rehabilitation, The First Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou 510630, China

Corresponding author: Chen Zhuoming, Email: 1090029753@qq.com

【Abstract】 Objective To observe the pronunciation of consonants among children with developmental speech sound disorder and explore the correlation between mispronounced consonants and short-term memory so as to determine the pathogenesis of the disorder. **Methods** Thirty-six children with developmental speech sound disorder and aged 4 to 13 years were evaluated. Their pronunciation of consonants at the phoneme and lexical levels was tested to record the error types and error rate. Twelve of the children were then randomly chosen to form a voice disorder group. Another 10 healthy counterparts constituted a control group. The short-term memory of both groups was assessed and any correlation between pronunciation and short-term memory was analyzed. **Results** The children with a developmental speech sound disorder differed significantly from the controls in terms of the numbers of errors in articulating blade-alveolar, blade-palatal and velar consonants. On the phoneme level, the highest substitution error rate occurred when pronouncing lingua-palatal consonants (42.86%), followed by supradental consonants (32%). The highest distortion and non-acquisition error rates were with blade-palatal consonants (14%) and lingua-palatal consonants (9.5%). On the vocabulary level, the highest substitution, distortion, ellipsis and non-

acquisition error rates appeared when pronouncing lingua-palatal and velar consonants, velar and blade-palatal consonants, supradental consonants as well as blade-palatal consonants. Significant differences were found between the phoneme and lexical levels in the substitution of supradental and blade-palatal consonants as well as in the ellipsis of blade-alveolar consonants. They were moderately associated with pronunciation level. There was, however, no significant difference in working memory span between the two groups, and no significant correlation was observed between working memory span and pronunciation level. **Conclusion** The mispronunciation of consonants by children with developmental speech disorders is higher at the lexical than at the phoneme level. They mainly substitute lingua-palatal and velar consonants and elide supradental consonants, which may be related to short-term memory span.

【Key words】 Speech sound disorders; Consonants; Error patterns; Short-term memory

Funding: Guangdong Medical Research Foundation (A2018325); Main Research Base Project of Humanities and Social Sciences in Colleges and Universities (16JJD190003); Key Realm R&D Program of Guangdong Province (2019B030335001)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.05.011

发育性语音障碍又称功能性构音障碍,指儿童表现为语言发育正常,但语音存在障碍。特征表现是语音发音错误和语音识别障碍,即发音时出现语音省略、歪曲或代替等错误,以辅音的语音错误最为常见^[1-2]。发育性语音障碍的流行病学调查发现,总发病率为7.4%,其中男童约8%,女童约6%^[2]。发育性语音障碍的病因尚未明确,可能与基因遗传、心理、认知、错误的学习模式、年龄、家庭背景(语言环境、饮食习惯、抚养人文化程度)有关^[3-4]。本研究对发育性语音障碍儿童的辅音错误模式及其特点和短时记忆进行评估、数据收集与分析,对辅音错误的一般性特征进行归类,旨在探讨不同发音水平与记忆类别的相关性,为发育性语音障碍的发病机制提供依据。

对象与方法

一、研究对象

发育性语音障碍组入选标准:①依据美国精神障碍诊断统计手册第5版(diagnostic and statistical manual of mental disorders 5, DSM-5)符合发育性语音障碍诊断标准^[5];②年龄4~16岁;③以普通话为母语;④听力、语言、智力发育正常;⑤视力或矫正视力正常,均为右利手;⑥同意配合检查,并由其监护人签署知情同意书。

发育性语音障碍组排除标准:①存在构音器官器质性病变;②合并听力障碍、孤独症谱系障碍、全面发育迟缓、精神发育迟缓、语言发育迟缓、脑瘫、精神发育迟缓、注意缺陷多动障碍等疾病;③不能配合完成实验任务者。

选取2017年6月至2019年2月在暨南大学附属第一医院康复科门诊及语言认知障碍诊治中心就诊的36例发育性语音障碍儿童为研究对象行音素水平和

词汇水平的辅音发音评估,其中男27例,女9例,年龄4~13岁,平均 (6.12 ± 1.95) 岁,并按随机数字表法随机选取其中12例发育性语音障碍儿童进行短时记忆评估,男10例,女2例,年龄4~9岁,平均 (5.60 ± 0.35) 岁。

另按随机数字表法随机选取2019年2月在暨南大学附属第一医院儿科行健康检查且年龄与12例发育性语音障碍儿童年龄相当且同意配合评估检查的10例健康儿童设为健康组,其中男3例,女7例,年龄4~8岁,平均 (5.6 ± 0.37) 岁。健康组儿童亦行短时记忆评估,并由其监护人签署知情同意书。本研究经暨南大学附属第一医院医学伦理学委员会审核批准(2015伦审批科052号)

二、评估方法与数据收集

1.构音器官及构音功能评价:中国康复研究中心构音障碍评价法对构音器官评估、运动评估、发音评估和交谈评估,对其中50个词的辅音发音评估,并对拼音字母表的音素水平的辅音发音评估。每例患儿产生21个辅音的发音部位,包括唇音[b][p][m][f]、舌尖前音[d][t][n][l]、舌尖中音[z][c][s]、舌尖后音[zh][ch][sh][r]、舌面音[j][q][x]、舌根音[g][k][h]。录音过程中,每个参与者都坐在隔音室里。受试者按顺序根据中国康复研究中心构音障碍评价法复述出每个词汇,以及按拼音字母表的音素水平复述出每个辅音的发音。实验人员在录音过程中没有对受试者进行更正,但允许受试者进行自我更正。

2.不同发音部位辅音错误数据收集:按照发音的部位收集6类辅音(唇音、舌尖前音、舌尖中音、舌尖后音、舌面音、舌根音)的发音错误个数,计算错误率(包含替代率、歪曲率、省略率和未习得率)。替代主要是指正常的声母被不同部位或不同发音方法的辅音

置换的现象,如舌根音“g”被置换为舌尖中音“d”,“背心(beixin)”被置换为“费心(feixin)” ;歪曲是指出现 21 个辅音之外的异常辅音,如“大蒜(dasuan)”中的“大”,发成类似“d”的声音,但不能确定为置换成的发音;省略是指在正常的非零声母音节中辅音脱落现象,如布鞋(buxie)中的“bu”发为“u”音;未习得是指发音中歪曲严重、很难判断说出的是哪个音^[7-9]。其计算公式为:

错误率=某类辅音错误个数/某类辅音采集总数

某类辅音采集总数=病例数×某类辅音中辅音个数^[7]

3. 记忆广度评估:中文版韦氏儿童智力量表(Wechsler intelligence scale for children, C-WISC)^[6]中背数测验分为顺背数字和倒背数字两种形式,其中选用顺背数字进行短时记忆广度评估,选用倒背数字进行工作记忆广度评估。顺背数字有 8 组,每组有 2 题,最高分 16 分;倒背数字有 7 组,每组有 2 题,最高分 14 分。发育性语音障碍组(12 例)和健康组(10 例)儿童均行短时记忆广度和工作记忆广度评估,从第 1 组第 1 题开始,连续 2 题失败即终止实验,并按通过的项目数记分。

三、统计学方法

使用 SPSS 20.0 版统计软件对发育性语音障碍组儿童的音素水平和词汇水平的辅音错误个数采用配对样本比较的 Wilcoxon 符号秩检验,对不同辅音错误率(替代率、歪曲率、省略率、未习得率)不同发音部位的数据采用卡方检验。对发育性语音障碍组和健康组的短时记忆采用两个独立样本比较的 Wilcoxon 秩和检验以及 Spearman 相关分析。相关性强弱程度划分标准为:|r|<0.4 表示有轻度线性相关,0.4≤|r|<0.7 表示有中度线性相关,|r|≥0.7 表示有高度线性相关。 $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、不同发音水平的错误个数比较

对比分析 36 例发育性语音障碍组儿童在音素水

平和词汇水平不同发音部位(唇音、舌尖前音、舌尖中音、舌尖后音、舌根音、舌面音)的错误个数,具体数据详见表 1。2 种不同发音方法评估中,舌尖中音($Z=-3.185, P=0.001$)、舌尖后音($Z=-2.146, P=0.032$)和舌根音($Z=-2.503, P=0.012$)差异有统计学意义;唇音($Z=-1.386, P=0.166$)、舌尖前音($Z=-1.928, P=0.054$)和舌面音($Z=-1.580, P=0.114$)差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 36 例患儿在音素水平与词汇水平不同发音部位的错误个数比较

发音部位	例数	错误个数(个)	
		音素水平	词汇水平
唇音	36	25	19
舌尖前音	36	66	78
舌尖中音	36	39	60 ^a
舌尖后音	36	88	107 ^b
舌根音	36	27	40 ^b
舌面音	36	39	40

注:与音素水平比较,^a $P<0.01$,^b $P<0.05$

二、不同发音部位的错误率比较

对比分析 36 例发育性语音障碍组儿童在音素水平和词汇水平不同发音部位的错误类型(替代率、歪曲率、省略率、未习得率),具体数据详见表 2。舌尖前音和舌尖后音的替代率差异有统计学意义($P<0.01$);舌尖中音的省略率差异有统计学意义($P<0.05$),其它发音部位的替代率、歪曲率、省略率、未习得率差异均无统计学意义($P>0.05$)。

三、2 组儿童的不同记忆广度评估比较

发育性语音障碍组儿童的短时记忆广度和工作记忆广度分值均低于健康组(详见表 3),经 Wilcoxon 秩和检验显示,2 组儿童的短时记忆广度差异有统计学意义($Z=2.018, P=0.044$),工作记忆广度差异无统计学意义($Z=0.559, P=0.576$)。

Spearman 相关分析亦显示,2 组儿童的发音水平与短时记忆广度呈中度相关($r=0.523, P<0.05$),与工作记忆广度无明显相关性($r=0.264, P>0.05$),详见表 4。

表 2 36 例患儿不同发音部位在音素水平和词汇水平的各错误类型错误率比较(%)

发音部位	替代率		歪曲率		省略率		未习得率	
	音素水平	词汇水平	音素水平	词汇水平	音素水平	词汇水平	音素水平	词汇水平
唇音	16.07	16.07	3.57	1.39	1.79	1.79	1.79	0.00
舌尖前音	42.86	71.43 ^a	9.52	19.05	0.00	7.14	2.38	0.00
舌尖中音	32.14	35.71	7.14	4.08	1.79	16.07 ^b	8.93	3.57
舌尖后音	17.86	64.29 ^a	14.29	17.86	0.00	7.14	3.57	5.36
舌根音	16.67	26.19	2.38	0.00	2.38	2.38	0.00	0.00
舌面音	23.81	33.33	11.90	30.95 ^b	0.00	7.14	9.52	2.38

注:与音素水平比较,^a $P<0.01$,^b $P<0.05$

表 3 2 组儿童的短时记忆广度和工作记忆广度评分比较
(分, $\bar{x} \pm s$)

分组	例数	短时记忆广度评分	工作记忆广度评分
健康组	10	7.400±1.265	2.000±1.491
发育性语音障碍组	12	5.640±2.061	1.430±1.158

表 4 2 组儿童的发音水平与记忆广度相关性分析

发音水平	Spearman 相关分析	
	<i>r</i>	<i>P</i>
短时记忆广度	0.523	0.009
工作记忆广度	0.264	0.212

讨 论

发育性语音障碍儿童的特征,是构音器官无形态及功能异常,语言发育已达 4 岁水平以上,但构音错误并呈固定状态。部分儿童接受早期语言康复训练后,错误语音可进行矫正到正常或接近正常水平^[9-10]。但在临床工作中发现部分儿童错误发音难以纠正,表现为发单个音素清晰,在短语、长句子表达时发音含糊不清^[2],有研究认为与语音输出系统中的运动控制、加工速度、语音记忆相关^[3]。

本研究对纳入的发育性语音障碍儿童进行音素水平和词汇水平的辅音错误个数比较,组成词汇的辅音错误个数明显高于单个辅音的发音错误个数,特别是在舌尖中音、舌尖后音、舌根音($P<0.05$),而唇音、舌面音无明显区别($P>0.05$),提示舌尖中音、舌尖后音以及舌根音等辅音与韵母组成的字词对发音影响较大,而唇音、舌面音等不需要舌运动灵活性和定位的辅音与韵母组成的字词对发音影响小。根据本研究结果,发育性语音障碍可能受发音部位的影响,而且在不同发音水平上的错误个数存在差异性,与语音输出缓冲系统的加工机制可能有关。

发育性语音障碍主要与运动控制有关,涉及舌头、下颌及唇的精细运动能力和协调能力,表现为发音异常^[11]。本研究中,根据 36 例发育性语音障碍儿童的评估结果,从两种水平的辅音发音部位和错误类型统计错误率进行比较,发现在音素水平上,替代性错误较高的是舌尖前音(42.86%)和舌尖中音(32.14%),歪曲性错误较高的是舌尖后音(14.29%),省略性的错误率均较低,未习得率较高的是舌面音(9.52%);在词汇水平上,替代性错误较高的是舌尖前音(71.43%)和舌尖后音(64.29%),歪曲性错误较高的是舌尖前音(19.05%)和舌面音(30.95%),省略性错误较高的是舌尖中音(16.07%),未习得率较高的是舌尖后音(5.36%);对比音素水平和词汇水平的辅音错误率,舌尖前音和舌尖后音的替代率、舌面音的歪曲率及舌尖

中音的省略率有明显的区别($P<0.05$),其它辅音在音素水平和词汇水平表达无明显区别($P>0.05$)。按正常的辅音习得顺序,最早习得的是唇音,而舌尖后音是最晚习得的辅音^[12-13],可见上述两种水平发音部位错误率高的舌尖前音和舌尖后音是正常儿童最慢习得的辅音,而错误率低的唇音是最早习得的辅音,这也证实了正常发育中最慢习得的舌尖前、后音是最容易出错的辅音,最快习得的唇音是最不容易出错的辅音^[8,13-15]。

舌运动的灵活性和定位控制障碍,特别是舌尖前音、舌尖后音和舌根音的运动不协调,提示神经发育不成熟,支持 Newmeyer 等^[11]的研究结果。辅音的错误类型以替代、歪曲为主,可能与儿童语音的听觉反馈系统受到干扰有关^[16]。语音分辨的准确性有赖于听知觉能力,特别是听觉记忆和听觉辨别参与的听觉再认知过程。有研究认为,发育性语音障碍儿童可能语音辨别能力差,在语言习得的过程中接受了错误语音,在发音过程中未能形成有效的听觉反馈并进行自我纠正,长期的错误发音形成固定状态,影响发音清晰度,并出现替代、歪曲、省略等情况^[17-19]。辅音错误也不局限于一种错误形式,同一辅音与不同类型元音配合时可能歪曲、省略、替代并存,错误与正确并存,同一辅音也可能被不同的辅音替代等多种形式^[20]。本研究也发现了这种现象,而且词汇水平的辅音错误形式多样性较音素水平的多。对辅音与元音搭配时产生的错误原因以及机制有待于下一步研究。

发育性语音障碍在两种水平上的错误个数会有差异性可能与记忆有关^[6,21]。短时记忆是构音的重要组成部分,记忆广度以及工作记忆对各个音素整合为词汇、句子具有重要意义。赵云静等^[6]研究发现,53 例患儿在短时记忆广度和工作记忆广度方面均明显落后于健康儿童。本研究结果还显示,发育性语音障碍儿童在短时记忆广度方面明显低于健康儿童($P<0.05$),与发音水平呈中度相关性($r=0.523, P<0.05$);但在工作记忆广度方面,两者无明显区别($P>0.05$),也未见明显相关性($r=0.264, P>0.05$),可见发育性语音障碍组儿童与短时记忆广度具有相关性,因此,语音短时记忆广度对于儿童习语音习得方面具有重要的意义,语音短时记忆广度可能是影响构音形成的原因之一。语音的输出需要一定的记忆容量进行参与语音的加工与提取。当发育性语音障碍儿童的短时记忆广度较低,使语音信息难以在记忆中保持较长的时间,进而影响语音表征的形成,支持杨健^[3]和 Shriberg 等^[21]的研究结论。部分文献提及发育性语音障碍与工作记忆具有明显的相关性^[22],与本研究结果不同,可能与汉语的语言表达模式以及研究评估方法素材选择有关。

综上所述,发育性语音障碍儿童在音素水平和词汇水平的辅音错误率研究结果显示,舌尖前音、舌尖中音、舌尖后音的错误率最高,错误方式以替代性错误、歪曲性错误为主。在词汇水平发音的错误个数高于音素水平,这可能与短时记忆广度有关。另外,本研究是对汉语发育性语音障碍儿童的辅音在音素水平和词汇水平的评估,与其它文献提及的评估方法不同。由于语言的表达方式不同,可能是影响结果不一致的原因之一,有待于在以后的工作中进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Lee AS, Gibbon FE. Non-speech oral motor treatment for children with developmental speech sound disorders[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, 47(3): 12-27. DOI: 10.1002/14651858.CD009383.pub2.
- [2] 易爱文,常燕群,陈卓铭,等.发育性语音障碍儿童汉语普通话声调范畴性知觉研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(1): 52-55. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.01.013.
- [3] 杨健.功能性构音障碍儿童语音错误类型与内在表型相关性研究[D]. 广州:暨南大学, 2014:1-38.
- [4] 蒋黎艳.感觉统合训练结合语音训练治疗儿童功能性构音障碍的疗效分析[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(1): 55-57. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.01.014.
- [5] 张道龙.精神障碍诊断与统计手册[M],北京:北京大学医学出版社, 2015:40-42.
- [6] 赵云静,马学梅,麻宏伟,等.学龄前功能性构音障碍儿童工作记忆研究[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2008, 17(5): 461-462. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-6554.2008.05.031.
- [7] 杜志宏.痉挛型构音障碍的脑瘫患者辅音发音特点的研究[D]. 广州:暨南大学, 2006:1-53.
- [8] 林珍萍,陈卓铭,李钰嫦,等.功能性构音障碍和构音障碍伴语言发育迟缓儿童辅音错误模式的研究[J]. *康复学报*, 2019, 29(6): 10-14. DOI: 10.3724/SP.J.1329.2019.06010.
- [9] 陈卓铭.语言治疗学[M].北京:人民卫生出版社, 2018:99-118.
- [10] 王慧,鲍毓,徐琳,等.儿童功能性构音障碍的临床分析及言语治疗[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2011, 33(11): 835-838. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.011.011.
- [11] Newmeyer AJ, Grether S, Grasha C, et al. Fine motor function and oral-motor imitation skills in preschool-age children with speech-sound disorders[J]. *Clin Pediatr*, 2007, 46(7): 604-611. DOI: 10.1177/0009922807299545.
- [12] 徐亚琴,梁沂,胡小沙,等.儿童功能性构音障碍 21 个词首辅音的临床特征分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2015, 23(5): 472-474. DOI: 10.11852/zghebjzz2015-23-05-09.
- [13] 杜志宏,毛丽珈,彭炳蔚,等.不同年龄段功能性构音障碍儿童错误辅音分析[J]. *中国康复*, 2014, 32(5): 328-330. DOI: 10.3870/zgkf.2014.05.002.
- [14] 李晓捷.人体发育学[M].北京:人民卫生出版社, 2008:104-105.
- [15] To CKS, Cheung PSP, McLeod S. A population study of children's acquisition of Hong Kong Cantonese consonants, vowels, and tones[J]. *J Speech Lang Hear Res*, 2013, 56(1): 103-122. DOI: 10.1044/1092-4388(2012/11-0080).
- [16] Terband H, Brenk FV, Zee DVD. Auditory feedback perturbation in children with developmental speech sound disorders[J]. *J Commun Disord*, 2014, 51: 64-77. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2014.06.009.
- [17] Sussman E, Steinschneider M, Lee W, et al. Auditory scene analysis in school-aged children with developmental language disorders[J]. *Int J Psychophysiol*, 2015, 95(2): 113-124. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2014.02.002.
- [18] 杨文竹,赵云静,张成惠,等.功能性构音障碍儿童与正常儿童的音位对比式言语识别能力的研究[J]. *中国儿童保健杂志*, 2015, 23(10): 1027-1029. DOI: 10.11852/zghebjzz2015-23-10-06.
- [19] Hearnshaw S, Baker E, Munro N. The speech perception skills of children with and without speech sound disorder[J]. *J Commun Disord*, 2018, 71: 61-71. DOI: 10.1016/j.jcomdis.2017.12.004.
- [20] 江剑民,李小晶,朱海霞,等.辅音-元音交互作用下功能性构音障碍儿童辅音错误分析[J]. *中国医学创新*, 2019, 16(18): 10-14. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2019.18.003.
- [21] Shriberg LD, Lohmeier HL, Strand EA, et al. Encoding, memory, and transcoding deficits in childhood apraxia of speech[J]. *Clin Linguist Phon*, 2012, 26(5): 445-482. DOI: 10.3109/02699206.2012.655841.
- [22] Afshar MR, Ghorbani A, Rashedi V, et al. Working memory span in Persian-speaking children with speech sound disorders and normal speech development[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2017, 101: 117-122. DOI: 10.1016/j.ijporl.2017.07.034.

(修回日期:2020-03-25)

(本文编辑:汪 玲)