

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2026.05.011

儿童言语失用症研究进展

Research Progress on Childhood Apraxia of Speech

武聪聪 刘颖萍 杨帆

WU Cong-cong, LIU Ying-ping, YANG Fan

【摘要】 儿童言语失用症(childhood apraxia of speech, CAS)是由神经系统发育性损伤引发的儿童期言语运动障碍,其核心病理特征为言语运动计划与编程功能缺陷,使患儿无法精准完成言语相关肌肉的协调运动,进而出现言语发声、音节组合及声调控制等多重障碍。该障碍会持续损害儿童言语清晰度与沟通可懂度,阻碍其语言表达能力发展,还会对其日常社交互动、学业发展乃至心理健康造成长远的负面影响,降低患儿生活质量,给家庭与社会带来负担。自上世纪中叶以来, CAS已成为国际言语病理学领域的重点研究方向,经过数十年深入探索,在病因病理机制、标准化诊断标准、精准评估工具及循证干预方案等维度积累了大量临床研究数据与实践成果,形成了完善的研究与临床应用体系。我国针对CAS的临床诊疗与科学研究仍处于初步探索阶段,临床诊断普遍存在认知不足、筛查流程不规范、确诊率偏低等问题,同时缺乏针对汉语儿童的特异性干预方案,临床干预多借鉴国外模式,本土化循证依据匮乏,难以满足国内患儿的诊疗需求。为全面引进国际前沿研究成果与临床经验,弥补国内相关研究短板,助力构建符合汉语儿童语言特点的本土化CAS诊断与干预体系,本文系统梳理国外CAS研究进展,从病因与神经机制、临床核心识别特征、标准化评估体系、循证干预策略及面临的挑战等方面展开综述,为国内言语康复临床工作者、相关领域研究者提供科学、实用的参考依据,推动我国CAS诊疗与研究工作规范化、专业化发展。

【关键词】 儿童言语失用症; 诊断; 治疗

【中图分类号】 R767.92

【文献标识码】 A

【文章编号】 1672-4933(2026)05-0507-05

【Abstract】 Childhood apraxia of speech (CAS) is a developmental speech motor disorder caused by neurological developmental impairment. Its core feature lies in deficits in speech motor planning and programming. Children with CAS are unable to precisely coordinate speech-related muscle movements, resulting in impairments in phonation, syllable sequencing, and tone control. Not only does this disorder hinder the development of expressive language, but also exerts profound and lasting adverse effects on daily social interaction, academic learning, and mental health, greatly reducing children's quality of life and imposing a burden on families and society. Since the mid-20th century, CAS has become a research hotspot in the field of international speech-language pathology. Decades of in-depth research have yielded systematic clinical evidence and practical achievements in multiple dimensions, including etiological and neural mechanisms, standardized diagnostic criteria, precise assessment tools, and evidence-based intervention protocols, forming a relatively mature research and clinical application system. In contrast, the clinical diagnosis and scientific research of CAS in China are still at an initial stage. Common problems include insufficient clinical awareness, non-standardized screening procedures, and low diagnostic rates. Moreover, specific intervention programs tailored to Chinese-speaking children are scarce. Most clinical interventions are directly adopted from foreign models without necessary localization, resulting in a severe lack of evidence-based foundations tailored to Chinese-speaking children, thus failing to meet their clinical needs. To introduce international cutting-edge research and clinical experience, address current research deficiencies in China, and facilitate the establishment of a localized diagnosis and intervention system tailored to the linguistic characteristics of Chinese-speaking children, this paper systematically reviews overseas research progress on CAS. It elaborates on etiology and neural mechanisms, core clinical characteristics, standardized assessment systems, evidence-based intervention strategies, and current research challenges and future directions. The aim is to provide scientific and practical references for clinical practitioners and researchers in the field of speech-language rehabilitation, and to promote the standardized and professional development of CAS diagnosis, intervention, and research in China.

【Key words】 Childhood apraxia of speech; Diagnosis; Treatment

1 引言

言语失用以运动性言语障碍为特征,是运动计划和/或编程中出现的障碍所致。Morley发表的开创性论文记录

了儿童的一系列语言特征,与成人获得性言语失用症状相似,儿童言语失用症(childhood apraxia of speech, CAS)的诊断由此诞生, CAS不仅影响患儿以正确的顺序发出语音

作者单位:山西省儿童医院(山西省妇幼保健院)太原 030032

作者简介:武聪聪 硕士 主治医师;研究方向:口腔医学

通讯作者:武聪聪, E-mail: 840210449@qq.com

和音节的能力,还会影响其以准确的节奏说出单词和句子的能力,是一种罕见疾病,只占普通人群的0.1%^[1],多见于遗传综合征,如*FOXP2*基因内微小缺失^[2]、16p11.2缺失综合征^[3]、Koolen de Vries综合征^[4]等。近年来,随着对CAS的研究逐渐深入,CAS患儿愈发多见,但目前关于其评估、诊断及干预治疗的研究有限,缺少基于言语障碍机制的循证治疗方案。为系统阐述这一问题,本文回顾CAS的流行病学特征与主要病因,梳理其核心临床表现,讨论当前的评估方法与诊断标准。围绕治疗原则与管理策略展开论述,对未来研究方向提出展望。

2 CAS的流行病学和病因学

近年来,随着学者对于CAS的遗传学和神经生物学基础研究有了新见解^[5]。单基因的变异与CAS相关^[6],其中常见的是*FOXP2*基因破坏。此外,CAS还与拷贝数目变异综合征有关,如16p11.2缺失综合征^[7]、Koolen de Vries综合征、6q25.3缺失综合征^[8]、7q11.23重复综合征^[9],以及Floating-Harbour综合征等遗传性疾病。除遗传原因外,与CAS相关的其他疾病还包括代谢紊乱(如半乳糖血症)和癫痫^[10]。

2.1 神经病因学

CAS与大脑运动控制网络(如基底神经节、小脑及运动皮层)的功能连接异常相关。通过功能性磁共振成像和弥散张量成像发现,CAS儿童在语音运动计划相关的脑区激活不足,且白质纤维束的完整性降低^[11]。

2.2 遗传原因

CAS的3个特征有力指出了遗传因素在该病因中的作用:①家族聚集性与遗传综合征。CAS在家族中频发,作为*FOXP2*综合征、16p11.2微缺失综合征等已知遗传综合征的表型之一,提供了直接证据^[12];②性别差异(男性高发)。男性患病率显著高于女性(约3:1),提示X染色体连锁遗传或性别特异性遗传易感因素的存在;③性别与严重程度的交互作用。男性患者可能表现出更严重的言语运动缺陷,而女性患者可能在其他认知或语言领域面临更多挑战。这种差异可能与性染色体基因、性激素对大脑发育的影响有关。

2.3 代谢紊乱疾病

代谢紊乱可能是CAS的重要病因之一。其中最具代表性的疾病是半乳糖血症,发病率高达54%^[13]。

3 CAS的临床表现

关于CAS的临床表现没有一致观点,正是其诊断与研究的核心困境。CAS的临床表现缺乏单一的金标准,而是一组重叠、易变且常伴随其他障碍的特征集合。以

下为CAS常见临床表现。

3.1 辅音错误

CAS患儿的辅音错误具有特定模式,其单辅音错误(包括替换、遗漏、扭曲)和音群结构错误(如音群减少)的发生率显著高于典型发展儿童及言语发育迟缓患儿。错误类型的分布具有鉴别意义,CAS患儿的辅音错误中,遗漏占比高达42%,远高于言语发育迟缓患儿(约25%)^[14]。

3.2 元音错误

元音错误是构成CAS患儿言语不清的核心成分,且具有极高的发生率与鉴别价值。高达90%的CAS患儿在会话语音中出现元音错误,而孤立性构音障碍患儿的比例仅为8%^[15]。

3.3 韵律紊乱

韵律紊乱,特别是重音异常,常见于CAS患儿中。有52%的CAS患儿出现重音不当现象,仅10%的言语发育迟缓患儿存在重音不当现象^[16]。

3.4 音节感知和加工困难

CAS患儿在音节结构感知和加工方面存在困难。中重度CAS患儿感知音节位置和结构能力及获得与比较音节表征的能力明显下降。

3.5 不一致的发音

对75名言语-语言病理学家调查显示,不一致的发音是诊断CAS时常见的临床特征之一(占51.5%)^[17]。这一特征被吸纳和精炼,不一致的语音错误正式确定为诊断CAS的三大核心标志之首^[18]。

3.6 发音搜索行为

除了音韵层面的错误模式,CAS的临床表现包括言语产生过程中的动态特征。CAS患儿常表现出明显的发音搜索行为,即尝试发音时可见面部、口唇或舌部的试探性、费力调整,仿佛在寻找正确的发音姿势^[19]。临床专家将搜索行为(费力的发音)和糟糕的声音排列视为重要的诊断线索^[20]。

3.7 较少的呀呀学语和音节变化

CAS的早期征象在婴儿期言语前阶段就已显现。核心特征之一是呀呀学语,尤其是标准呀呀学语的产出量减少与多样性受限,表现为婴儿发出的重复性音节,如/ba-ba-ba/较少,且更难发展到包含多种辅音-元音组合的多样化呀呀学语阶段^[21]。

3.8 口部失用

CAS患儿常遇到语言和语音问题,如口部失用、喂食和一般性运动困难等症状。口腔运动困难是语言病理学家诊断CAS的第二大常见特征,占临床表现的9.3%^[16]。

儿童言语失用症的临床表现不应视为一系列孤立症状的简单集合。这些特征紧密关联,共同指向其核心

病理机制——精细运动计划与程序编制的神经发育障碍。元音与韵律紊乱揭示了患儿在构建整体发声运动蓝图上的困难;不一致的发音错误和明显的发音搜索行为是计划过程不稳定、难以自动化执行的直接外在表现;音位感知与加工困难进一步说明障碍可能涉及感觉-运动整合环路,影响依据听觉反馈进行在线修正的能力;早期较少的咿呀学语和音节变化是该运动学习障碍在言语发育开始阶段的早期征兆。因此,CAS的临床表现是以言语运动计划为核心、贯穿言语产生全程的系统问题。从早期的发声探索,到特定音位的产出,再到跨音节的连贯序列和韵律调控,障碍存在于言语生成层级架构的每个环节,共同导致儿童言语产出呈现费力、不一致区分、扭曲且难以理解的情况。理解内在关联,对于区分其与单纯的语音障碍,制订有针对性的干预策略至关重要。

4 CAS的评估和诊断

CAS患儿的评估与诊断涉及听力状况、游戏技巧、语言和运动能力等内容。

4.1 听力状况

对疑似CAS患儿的评估须遵循系统、全面的原则。首要且强制性的步骤是完成完整的听力评估。核心目的在于:第一,排除任何程度的周围性听力损失或中耳功能障碍,这些情况可能直接导致言语输入失真,产生类似CAS的言语不清症状;第二,鉴别是否存在中枢性听觉处理障碍,该障碍可能与CAS共病或单独存在。确认儿童的听觉输入通道完好或问题得到补偿后,对其言语输出障碍(如不一致性错误、韵律异常等)的评估才能被有效归因于言语运动计划与编程这一核心缺陷,从而支持CAS的诊断。

4.2 游戏技巧

对CAS患儿的表象性游戏技能检查揭示了其在选择、计划和组织运动模式方面较广的缺陷程度。许多CAS患儿可以完成单一功能的游戏元素,如给娃娃梳头发,喂娃娃吃饭等,但难以将一系列游戏元素组织成完整的模拟游戏序列,如烹饪食物,喂娃娃吃饭,然后把娃娃放到床上^[22]。

4.3 语言技能

诊断CAS必须评估语言技能,并识别患儿在语音、语法、语义和语用方面的缺陷。CAS患儿的表达性语言能力通常低于其接受性语言能力。

4.4 口腔运动功能

口腔运动评估应超越对结构功能的静态检查,聚焦于揭示言语运动计划与编程的动态缺陷。尽管检查唇、舌、下颌的非言语运动是基础步骤,但其结果对CAS的诊断缺乏特异性。

目前,CAS的诊断方法是基于言语治疗师对患儿言

语症状的感知。CAS的3个具有诊断价值的核心特征是不一致的语音错误、音节间过渡困难、不适当的韵律。用于CAS的评价工具有:①儿童言语动作产生评价系统(verbal motor production assessment for children, VMPAC)^[23],主要用于评估3~12岁患儿的言语运动机能和口腔结构(包括与进食有关的任务),为CAS的诊断、治疗方案设计提供了依据。目前,VMPAC尚无经过系统标准化与信效度检验的官方中文版。②运动言语技能动态评价(dynamic evaluation of motor speech skill, DEMSS)^[24]是一种通过模仿评估单词和元音发音准确性、韵律一致性的工具,有9个子测试,共计66个项目。DEMSS用于评价低龄(3~6岁)或有严重言语障碍患儿的语言运动能力。目前尚无经过标准化程序的官方中文版,作为2019年由美国学者发表的评估工具,其国际推广与本土化进程存在滞后性。③口腔颌面部运动测试(the orofacial praxis test, OPT)^[25]用于评估动作执行过程中的困难(如飞吻)和动作顺序(如张嘴和闭嘴),从而区分姿势障碍(口腔动作、颌面部动作、动作的次序,以及伴随运动)和应用障碍(言语和模仿动作)。OPT尚无公开发表、经过标准信效度检验和建立常模的官方中文版本,在国内临床中的应用几近空白。④考夫曼儿童言语练习测验(Kaufman speech praxis test for children, KSPT)可用于CAS的诊断和治疗。该测验通过儿童对考官的模仿进行评估。第一部分涉及口语动作;第二部分涉及简单音节(如单元音/a,e/;复元音/ai, ou/;单辅音/m,p,b,t,d/;元音+辅音/妈妈,爸爸/;辅音+元音+辅音/opa/);第三部分包括辅音/k,g,f,s/,复杂双音节、复杂词;第四部分评估自发言语。KPST是国际上常用的用于评估2~6岁儿童的工具之一^[25]。国内由于没有标准官方中文版,应用范围主要集中在少数儿童言语治疗中心及开展CAS专项诊断与干预的机构学术研究。⑤麦迪逊语音评估方案(Madison speech assessment protocol, MSAP)^[25]用于识别8种来源不明的语音障碍亚型的诊断标志物,包含25个任务和测试。其作为英语语音障碍评估的深度音系学分析工具,在国内没有中文版。但其理念影响了我国学者对汉语语音评估的思考,国内常用的《普通话儿童音系测验》虽然设计不同,但同样旨在系统评估音系发展,可视为在同一领域的本土化应用。

5 CAS的治疗

CAS的治疗需遵循运动学习原理,采用高强度、结构化、多模态的综合干预框架。首先是基于运动疗法,通过大量重复和系统性提示-褪除,重塑言语运动计划与编程能力。其次,应整合音韵意识训练,确保新习得的运动技能在真实语言中准确应用。再次,利用视觉生物反馈技

术提供客观、实时的信息,提升患儿自我监控与修正效率。扩大性和替代性沟通应作为重要的补充或过渡工具引入,以降低交流挫折、维持语言学习动机,为重度病例提供表达保障。干预过程须保证足够的频率、密度和家庭参与度,才能实现言语清晰度的实质性改善。目前用于CAS的治疗方法分为以下3类。

5.1 基于运动的方法

此类疗法基于运动学原则,强调运用高度复杂的刺激不断重复一个动作,随着患儿的进步,逐步撤掉提示。该方法有助于CAS患儿的维持和泛化^[26],如传统基于构音的结构化训练 Nuffield 运动障碍训练 (nuffield dyspraxia programme-third edition, NDP)、快速转音节疗法 (rapid syllable transition treatment, ReST)^[27]、速度控制训练、口肌语音目标重构提示训练 (prompts for restructuring oral muscular phonetic targets, PROMPT)、口肌语音目标重构提示训练、旋律语调疗法、适应性提示技术和整体刺激或动态时间和触觉提示。其中,NDP适用于2~6岁幼儿,尤其是词汇量有限、言语可懂度低的儿童。ReST适用于具有一定认知能力的5~12岁学龄儿童,理解无意义词任务。PROMPT适用于广泛年龄段,尤其适合感觉反馈整合困难,仅靠听觉-视觉模仿学习效果差的儿童。选择治疗方法应基于个体化评估-目标匹配-动态调整的原则^[28],若儿童缺乏基础的发音库存和词壳,可考虑考夫曼儿童言语练习测验(KSPT),优先考虑NDP。若儿童韵律、重音和音节过渡异常,可采用运动言语技能动态评价(DEMSS)、儿童言语动作产生评价系统(VMPAC)的测评,优先考虑ReST。若儿童口腔运动感知能力差、言语模仿能力弱,且常规干预方法疗效不佳,应引入PROMPT。

5.2 语音学疗法

语音学疗法适用于CAS患儿,解决患儿语音产生或意识产生的疗法^[29]。这类方法主要针对语言的语义、语音或语法,而不是语音产生本身。语音对比疗法目的在于教导患儿某种语言的言语规律。核心词汇疗法目的在于教会患儿用同义词扩充可接受的词汇量。语音学疗法不适用于以单纯、严重的运动计划/编程障碍为核心的CAS儿童。其主要适用人群需满足以下条件:①共患音系障碍。②错误模式具有音系性特征。③对纯运动疗法反应出现平台期^[30]。

5.3 多模式交流方法

多模式交流用于提高患儿口语表达能力。该方法可处理特定的通信信息或特征,如辅助增强和替代通信(augmentative and alternative communication, AAC)建模或使用技术设备。该方法用于语言能力低的患儿,帮助其交流,降低与其语言障碍相关的挫败感^[31]。AAC适用于所有处于言语发展关键期且言语可懂度显著受限的

CAS儿童,尤其是以下几类儿童:①言语可懂度极低的婴幼儿和学龄前儿童。②伴随其他复杂沟通需求的儿童。③处于言语治疗平台期或进展缓慢的儿童。④在特定情境下需要清晰、可靠沟通的儿童^[32]。

6 总结与展望

相关研究在CAS的神经生物学基础、精细化评估与循证干预方面取得了显著进展,为完善我国CAS临床服务体系提供了清晰的蓝图与高阶标准。然而,将这些进展转化为适用于汉语语境的、可操作的实践,仍面临诊断标准模糊、评估工具匮乏、专业人才断层及干预体系零散等挑战。笔者提出研究与实践建议,旨在构建科学、系统、可持续的本土CAS诊断干预体系。

6.1 诊断与评估体系的标准化建设

国内诊断多依赖临床经验与非标准化观察,缺乏如DEMSS等工具的中文常模,导致诊断不一、漏诊与误诊率高。建议优先开展动态评估运动言语技能量表和Kaufman言语运用测验的系统性汉化与文化调适。DEMSS是当前鉴别CAS有效的工具,KSPT则紧密连接评估与治疗。借鉴美国言语-语言-听力学会的共识,结合汉语音系学特征,如声调的产生与计划是汉语CAS的核心标记之一,组织专家共识会议。

6.2 干预方法的精准化与整合

临床干预多停留在单一技术,如口腔肌肉训练或对国外方法,如口肌语音目标重构提示训练(PROMPT)的碎片化应用,缺乏基于个体缺损特征的、整合运动学习与语言学原理的个体化方案。快速转音节疗法(ReST)基于英语重音音节设计,研究如何将其原理适应性改造用于汉语声调模式和音节结构训练。设计严格的单被试实验或小样本随机对照试验,验证改编后的方案对汉语CAS儿童言语可懂度、声调准确性和泛化效果的影响,建立本土循证基础。构建我国CAS诊断干预体系是一项需要研究先行、临床转化、政策支持、多方联动的系统工程。当前迫切的任务是标准化诊断工具的本土落地和专业人才的能力建设。在此基础上,通过开展基于汉语特色的干预研究和技术创新,最终形成早期精准诊断、个体化整合干预、全方位生态支持的中国特色服务模式,改善CAS儿童及其家庭的福祉,为世界CAS知识库贡献来自汉语研究的独特见解。

参考文献

- [1] Shriberg LD, Kwiatkowski J, Mabbie HL. Estimates of the prevalence of motor speech disorders in children with idiopathic speech delay [J]. Clinical linguistics & phonetics, 2019, 33(8): 679-706.
- [2] Che F, Li C, Zhang L, et al. Novel FOXP2 variant associated with speech and language dysfunction in a Chinese family and literature

- review [J]. Journal of applied genetics, 2024, 65(2): 367-373.
- [3] Mei C, Fedorenko E, Amor DJ, et al. Deep phenotyping of speech and language skills in individuals with 16p11.2 deletion[J]. European journal of human genetics : EJHG, 2018, 26(5): 676-686.
 - [4] Morgan AT, Haafte LV, Van Hulst K, et al. Early speech development in Koolen de Vries syndrome limited by oral praxis and hypotonia[J]. European journal of human genetics : EJHG, 2018, 26(1): 75-84.
 - [5] Eising E, Carrion-Castillo A, Vino A, et al. A set of regulatory genes co-expressed in embryonic human brain is implicated in disrupted speech development[J]. Molecular psychiatry, 2019, 24(7): 1065-1078.
 - [6] Morgan AT, Amor DJ, St John MD, et al. Genetic architecture of childhood speech disorder: a review [J]. Molecular psychiatry, 2024, 29(5): 1281-1292.
 - [7] Fedorenko E, Morgan A, Murray E, et al. A highly penetrant form of childhood apraxia of speech due to deletion of 16p11.2[J]. European journal of human genetics : EJHG, 2016, 24(2): 302-306.
 - [8] Peter B, Lancaster H, Vose C, et al. Two unrelated children with overlapping 6q25.3 deletions, motor speech disorders, and language delays [J]. American journal of medical genetics Part A, 2017, 173(10): 2659-2669.
 - [9] Abbiati CI, Velleman SL, Overby MS, et al. Early diagnostic indicators of childhood apraxia of speech in young children with 7q11.23 duplication syndrome: preliminary findings [J]. Clinical linguistics & phonetics, 2023, 37(4-6): 330-344.
 - [10] Morgan AT, Webster R. Aetiology of childhood apraxia of speech: A clinical practice update for paediatricians [J]. Journal of paediatrics and child health, 2018, 54(10): 1090-1095.
 - [11] Bosco P, Podda I, Cipriano E, et al. Alterations of the neural substrate in childhood apraxia of speech: new evidence from neuroimaging[J]. Brain communications, 2025, 7(5): fcdf302.
 - [12] Carrigg B, Parry L, Baker E, et al. Cognitive, Linguistic, and Motor Abilities in a Multigenerational Family with Childhood Apraxia of Speech[J]. Archives of clinical neuropsychology: the official journal of the National Academy of Neuropsychologists, 2016, 31(8): 1006-1025.
 - [13] Panis B, Vos EN, Baric I, et al. Brain function in classic galactosemia, a galactosemia network (GalNet) members review [J]. Frontiers in genetics, 2024, 15:1355962.
 - [14] Shriberg LD, Strand EA, Fourakis M, et al. A Diagnostic Marker to Discriminate Childhood Apraxia of Speech From Speech Delay: II . Validity Studies of the Pause Marker[J]. Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR, 2017, 60(4): S1118-S34.
 - [15] Morgan AT, Murray E, Liegeois FJ. Interventions for childhood apraxia of speech [J]. The Cochrane database of systematic reviews, 2018, 5(5): CD006278.
 - [16] Malmenholt A, Lohmander A, Mcallister A. Childhood apraxia of speech: A survey of praxis and typical speech characteristics [J]. Logopedics, phoniatrics, vocology, 2017, 42(2): 84-92.
 - [17] Terband H, Namasivayam A, Maas E, et al. Assessment of Childhood Apraxia of Speech: A Review/Tutorial of Objective Measurement Techniques [J]. Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR, 2019, 62(8S): 2999-3032.
 - [18] McCabe P, Beiting M, Hitchcock ER, et al. Research Priorities for Childhood Apraxia of Speech: A Long View [J]. Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR, 2024, 67(9S): 3255-3268.
 - [19] Namsivayam AK, Coleman D, O'dwyer A, et al. Speech Sound Disorders in Children: An Articulatory Phonology Perspective [J]. Frontiers in psychology, 2019, 10:2998.
 - [20] Forrest K. Diagnostic criteria of developmental apraxia of speech used by clinical speech-language pathologists [J]. American journal of speech-language pathology, 2003, 12(3): 376-380.
 - [21] Velleman SL. The interaction of phonetics and phonology in developmental verbal dyspraxia: two case studies[J]. Clinics in communication disorders, 1994, 4(1): 66-77.
 - [22] Terband H, Van Brenk F, Van Doornik-van Der Zee A. Auditory feedback perturbation in children with developmental speech sound disorders [J]. Journal of communication disorders, 2014, 51:64-77.
 - [23] Tukul S, Bjorelius H, Henningsson G, et al. Motor functions and adaptive behaviour in children with childhood apraxia of speech [J]. International journal of speech-language pathology, 2015, 17(5): 470-480.
 - [24] Keske-soares M, Uberti LB, Gubiani MB, et al. Performance of children with speech sound disorders in the dynamic evaluation of motor speech skills [J]. CoDAS, 2018, 30(2): e20170037.
 - [25] Gubiani MB, Pagliarin KC, Keske-soares M. Tools for the assessment of childhood apraxia of speech [J]. CoDAS, 2015, 27(6): 610-615.
 - [26] Maas E. Treatment for Childhood Apraxia of Speech: Past, Present, and Future [J]. Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR, 2024, 67(9S): 3495-520.
 - [27] McCabe P, Preston JL, Evans P, et al. A Pilot Randomized Control Trial of Motor-Based Treatments for Childhood Apraxia of Speech: Rapid Syllable Transition Treatment and Ultrasound Biofeedback [J]. American journal of speech-language pathology, 2023, 32(2): 629-644.
 - [28] Gomez M, Purcell A, Jakielski K, et al. A single case experimental design study using an operationalised version of the Kaufman Speech to Language Protocol for children with childhood apraxia of speech [J]. International journal of speech-language pathology, 2024, 26(2): 194-211.
 - [29] Morgan AT, Vogel AP. Intervention for childhood apraxia of speech [J]. The Cochrane database of systematic reviews, 2008, (3): CD006278.
 - [30] McNeill BC, Gillon GT, Dodd B. A longitudinal case study of the effects of an integrated phonological awareness program for identical twin boys with childhood apraxia of speech (CAS)[J]. International journal of speech-language pathology, 2009, 11(6): 482-495.
 - [31] Tierney CD, Pitterle K, Kurtz M, et al. Bridging the Gap Between Speech and Language: Using Multimodal Treatment in a Child With Apraxia [J]. Pediatrics, 2016, 138(3):e20160007.
 - [32] Allen AA, Schlosser RW, Brock KL, et al. The effectiveness of aided augmented input techniques for persons with developmental disabilities: a systematic review [J]. Augmentative and alternative communication, 2017, 33(3): 149-59.

收稿日期 2025-12-19

修回日期 2026-01-15

录用日期 2026-02-31

责任编辑 赵 倩