

学龄前发育性语言障碍儿童听处理与行为问题的关联研究

董婷^{1,2} 刘潘婷^{1,3} 孙钰英⁴ 俞欣悦² 周佳¹ 李婷钰² 陈忆晴¹ 钱君¹ 池霞^{1,3} 洪琴^{1,3}

[1.南京医科大学附属妇产医院(南京市妇幼保健院)儿童保健科,江苏南京 210004;

2.南京医科大学儿科学院,江苏南京 211166; 3.南京市发育行为医学重点实验室,江苏南京 210004;

4.南京医科大学护理学院,江苏南京 211166]

[摘要] **目的** 探讨学龄前发育性语言障碍 (developmental language disorder, DLD) 儿童听处理 (auditory processing, AP)、工作记忆与语言功能的关联, 分析工作记忆的中介作用。 **方法** 采用前瞻性横断面设计, 选取42例DLD儿童 (设为DLD组) 及45例正常儿童 (设为正常对照组) 为研究对象, 采用汉语普通话听力理解和表达能力标准化评估 (Diagnostic Receptive and Expressive Assessment of Mandarin-Comprehensive, DREAM-C)、学龄前儿童听处理评估量表 (Preschool Auditory Processing Assessment Scale, PAPAS)、韦氏智力量表第4版及Conners父母用症状问卷 (Conners Parent Symptom Questionnaire, PSQ) 对所有儿童进行评估, 分析量表间相关性, 并分析听觉解码、工作记忆与整体语言的关系及工作记忆的中介效应。 **结果** DLD组PAPAS各维度得分及AP异常风险比例高于正常对照组 ($P<0.001$)。所有儿童DREAM-C各维度得分与PAPAS各维度得分呈负相关 ($P<0.05$)。DLD组工作记忆得分与PAPAS总分、听觉解码、听觉注意、沟通交流维度得分呈负相关 ($P<0.05$); PSQ品行问题、学习问题和多动指数得分与PAPAS总分、听觉解码、听觉注意、沟通交流、多动-冲动维度得分呈正相关 ($P<0.05$), 冲动-多动得分与PAPAS总分、听觉注意、多动冲动维度得分呈正相关 ($P<0.05$), 焦虑得分仅与沟通交流维度得分呈正相关 ($P<0.05$)。控制混杂因素后, 听觉解码得分 ($b'=-0.431$, $P=0.009$)、工作记忆得分 ($b'=0.437$, $P<0.001$) 与DREAM-C整体语言维度得分独立相关。工作记忆在听觉解码与整体语言间起部分中介作用, 效应占比40%。 **结论** 学龄前DLD儿童AP与语言、认知及行为问题密切相关; 听觉解码不仅直接影响语言功能, 还通过工作记忆发挥间接效应。PAPAS可作为简便筛查工具在临床中推广应用。

[中国当代儿科杂志, 2026, 28 (7): 848-855]

[关键词] 发育性语言障碍; 听处理; 学龄前儿童听处理评估量表; 筛查; 工作记忆; 儿童

Association between auditory processing and behavioral problems in preschool children with developmental language disorder

DONG Ting, LIU Pan-Ting, SUN Yu-Ying, YU Xin-Yue, ZHOU Jia, LI Ting-Yu, CHEN Yi-Qing, QIAN Jun, CHI Xia, HONG Qin. Department of Child Health, Women's Hospital of Nanjing Medical University (Nanjing Women and Children's Healthcare Hospital), Nanjing 210004, China (Hong Q, Email: rambler_hq@163.com)

Abstract: Objective To investigate associations among auditory processing (AP), working memory, and language function in preschool children with developmental language disorder (DLD), and to analyze the mediating role of working memory. **Methods** A prospective cross-sectional design was adopted. Forty-two children with DLD (DLD group) and 45 typically developing children (normal control group) were enrolled. The Diagnostic Receptive and Expressive Assessment of Mandarin-Comprehensive (DREAM-C), Preschool Auditory Processing Assessment Scale (PAPAS), Wechsler Intelligence Scales (Fourth Edition), and Conners Parent Symptom Questionnaire (PSQ) were used

[收稿日期] 2025-12-01; [接受日期] 2026-06-08

[基金项目] 江苏省科技计划专项基金 (重点研发计划社会发展) (BE2023666); 南京市国际/港澳台科技合作计划项目 (202401037); 南京市卫生科技发展项目 (YKK23152); 南京医科大学科技发展基金 (NMUB20220102); 江苏省妇幼保健协会科研项目 (FYX202338)。

[作者简介] 董婷, 女, 硕士研究生。

[通信作者] 洪琴, 女, 主任医师。Email: rambler_hq@163.com

for evaluation. Correlations among scales were analyzed. The relationships among auditory decoding, working memory, and overall language function, as well as the mediating effect of working memory, were examined. **Results** Scores on all PAPAS dimensions and the proportion of children at risk for AP abnormalities were significantly higher in the DLD group than in the control group ($P<0.001$). In all children, DREAM-C dimension scores were negatively correlated with PAPAS dimension scores ($P<0.05$). In the DLD group, working memory was negatively correlated with total PAPAS score and scores for auditory decoding, auditory attention, and communication ($P<0.05$). PSQ scores for conduct problems, learning problems, and hyperactivity index were positively correlated with total PAPAS score and scores for auditory decoding, auditory attention, communication, and hyperactivity-impulsivity ($P<0.05$). The impulsivity-hyperactivity score was positively correlated with total PAPAS score and scores for auditory attention and hyperactivity-impulsivity ($P<0.05$). The anxiety score was positively correlated only with the communication score ($P<0.05$). After controlling for confounders, the auditory decoding score ($b'=-0.431$, $P=0.009$) and the working memory score ($b'=0.437$, $P<0.001$) were independently associated with the DREAM-C overall language score. Working memory partially mediated the association between auditory decoding and overall language ability, accounting for 40% of the total effect. **Conclusions** Auditory processing in preschool children with DLD is closely associated with language, cognitive, and behavioral problems. Auditory decoding directly affects language function and indirectly influences it through working memory. PAPAS may serve as a convenient screening tool for clinical use.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(7): 848-855]

Key words: Developmental language disorder; Auditory processing; Preschool auditory processing assessment scale; Screening; Working memory; Child

发育性语言障碍 (developmental language disorder, DLD) 是儿童期持续存在的语言能力缺陷, 表现为语言习得、理解及运用能力显著低于同龄水平, 不能用智力障碍、其他神经发育障碍、感觉缺陷或神经系统疾病解释^[1]。我国上海地区 DLD 患病率为 8.5%^[2]。研究表明 DLD 儿童存在广泛认知功能缺损^[3], 尤其在执行功能、工作记忆及听处理 (auditory processing, AP) 任务中表现不佳^[4]。

AP 为中枢听觉神经系统对听觉信息的感知处理及在此基础上产生电生理听觉电位的神经生物学活动^[5], 在声音的定位和偏侧化、听觉分辨、听觉模式识别、时域感知、时程整合与分辨等听觉功能中发挥关键作用, 对语言理解、表达、学习及沟通至关重要^[6]。Edwards^[7] 的听觉-认知处理模型指出, 语言理解始于听觉加工, 经特征提取、选择性注意及听觉信息客体形成后, 可将信息与记忆中的语言表征匹配并完成理解, 因此良好的 AP 能力是语言理解的基础。

工作记忆负责信息临时存储与加工, 通过视觉、听觉和语义理解等多种编码途径对记忆单元进行组块化处理, 其中听觉编码是将信息以声音形式存储的关键途径, 是言语与听觉信息处理的重要基础^[8]。研究表明, DLD 儿童存在工作记忆缺陷^[9], 该缺陷可能与 AP 异常干扰听觉编码有关^[10]。

现有研究已分别证实 DLD 与 AP 异常^[11-12]、工作记忆缺陷^[10] 相关, 但同时整合三者、探讨 AP 经工作记忆影响学龄前 DLD 儿童语言功能的研究较少。目前国内相关研究尚属空白, 国外研究多

聚焦学龄期儿童^[11-12], 且多数主客观评估工具难以在学龄前儿童中推广应用。美国听力协会^[13] 推荐使用筛查工具对 7 岁以下儿童进行 AP 异常风险初筛。量表因经济简便更适合临床。本课题组前期研制的学龄前儿童听处理评估量表 (Preschool Auditory Processing Assessment Scale, PAPAS) 已建立江苏省常模, 信效度良好^[14]。因此本研究采用 PAPAS 探索学龄前 DLD 儿童 AP 特征, 分析工作记忆在 AP 与语言功能的中介作用, 为临床早期识别 DLD 儿童 AP 异常提供有效筛查工具及理论依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究采用前瞻性横断面设计, 纳入 2022 年 7 月—2023 年 7 月在南京医科大学附属妇产医院儿童保健科语言门诊确诊的 DLD 儿童 (设为 DLD 组), 以及社会招募的正常儿童 (设为正常对照组) 为研究对象。

DLD 组纳入标准: (1) 经标准化评估与临床复核确认: 首先采用理想普通话听力理解和表达能力标准化评估 (Diagnostic Receptive and Expressive Assessment of Mandarin-Comprehensive, DREAM-C) 测评, 任一维度得分 <80 分; 同时由 2 名副主任医师及以上职称的发育行为儿科医师按照美国精神障碍诊断与统计手册第 5 版^[15] 独立复核诊断, 意见不一致时由第 3 名专家仲裁; (2) 年龄 4~7 岁; (3) 智力正常 (发育商 ≥70);

(4) 听力正常(双耳0.5~8.0 kHz气导纯音听阈均值<20 dBHL);(5) 中文母语单语使用者。排除标准:(1) 患有孤独症谱系障碍、注意缺陷多动障碍及其他精神神经发育障碍;(2) 视力障碍、听力障碍、获得性脑损伤或其他神经系统器质性疾病;(3) 测评过程中出现明显注意缺陷或多动冲动症状(即使未达注意缺陷多动障碍诊断标准);(4) 信息缺失者。正常对照组纳入标准:(1) 与DLD组年龄、性别1:1匹配;(2) 智力、听力及语言能力正常,无精神神经发育障碍。排除标准同DLD组。

DLD组初筛58例,排除16例(8例未完成评估,5例信息不全,3例有明显注意缺陷或多动冲动症状),最终纳入42例。正常对照组共招募92例,排除22例(15例信息不全,7例有明显注意缺陷或多动冲动症状),随后从剩余儿童中按性别、年龄与DLD组1:1匹配后随机抽取45例入组。

本研究获得南京医科大学附属妇产医院伦理委员会批准(2022KY-052)。受试儿童监护人已签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 一般资料调查表 自行设计问卷收集儿童性别、年龄、出生体重,以及既往研究报道的DLD相关风险因素^[2, 16],如语言发育落后家族史、第二语言学习情况、每日电子屏幕暴露时长、父母文化程度及家庭平均月收入等。

1.2.2 语言评估 采用DREAM-C评估2岁6月龄至7岁11月龄儿童的语言能力^[17]。DREAM-C作为诊断性语言发育评估工具,涵盖整体语言、听力理解、语言表达、语义理解及句法运用5个维度,任一维度得分<80分提示语言能力存在风险。

1.2.3 AP评估 采用PAPAS评估学龄前儿童AP能力^[14]。该量表共包含30个条目,涵盖听觉解码、听觉注意、沟通交流、多动-冲动及视觉注意5个维度。其中视觉注意维度的3个条目是与阅读相关的选填项目。所有条目均采用Likert 5级评分法(1分=从不,5分=总是),各条目分数相加得到总分,得分越高表明儿童AP异常风险越高。根据PAPAS的标准分常模界定风险等级:总分≤1个标准差为低风险,>1个标准差且≤1.5个标准差为可疑,>1.5个标准差为异常。由于视觉注意维度为选填项目且与本研究关注的AP核心维度关联不直接,故未将其纳入后续统计分析。该量表信效度良好,Cronbach's α 为0.941。本研究将可疑与异常

均判定为AP异常风险。

1.2.4 智力评估 采用韦氏幼儿智力量表第4版^[18]或韦氏儿童智力量表第4版^[19]进行智力评估。韦氏幼儿智力量表第4版包含言语理解、视觉空间、流体推理、工作记忆和加工速度5个指数及总智商。韦氏儿童智力量表第4版包括言语理解、知觉推理、工作记忆和加工速度4个指数及总智商。鉴于部分年龄较大儿童完成韦氏儿童智力量表第4版,分析时统一纳入两量表共有维度以保持数据可比性。

1.2.5 行为问题评估 Conners父母用症状问卷(Conners Parent Symptom Questionnaire, PSQ)用于评估3~17岁儿童的行为问题^[20]。PSQ共48个条目,涵盖品行问题、学习问题、心身障碍、冲动-多动和焦虑5个维度,并包含由10个条目组成的多动指数。各条目采用0(没有)~3(严重)4级评分,得分越高提示行为问题风险越高。该量表信效度良好,Cronbach's α 为0.924,已建立中国常模。

1.3 统计学分析

采用SPSS 26.0及Process v5.0分析数据。正态分布计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两样本 t 检验;非正态分布计量资料以中位数(四分位数间距) $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数和百分率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。相关性采用Spearman秩相关分析。采用多元线性回归分析听觉解码得分对DREAM-C整体语言维度得分的影响,采用Process v5.0的Model 4(简单中介模型),以听觉解码为自变量、工作记忆为中介变量、整体语言为因变量,检验工作记忆的中介效应。 $P<0.05$ 示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组儿童基本人口学信息比较

DLD组和正常对照组在语言发育落后家族史、第二语言学习情况、每日电子屏幕暴露时长、父母文化程度、家庭平均月收入方面比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表1。

2.2 两组儿童语言、智力及行为评估得分比较

与正常对照组相比,DLD组DREAM-C、韦氏智力量表各项得分更低($P<0.001$),PSQ品行问题、学习问题、冲动-多动及多动指数得分更高($P<0.001$),见表2。

表 1 两组人口学特征比较

项目	正常对照组 (n=45)	DLD 组 (n=42)	t/χ^2 值	P 值
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	5.6 $\pm$ 0.7	5.7 $\pm$ 0.8	-0.61	0.544
出生体重 ($\bar{x} \pm s$, kg)	6.7 $\pm$ 0.8	6.5 $\pm$ 0.9	1.49	0.141
男性 [例(%)]	30(67)	32(76)	0.96	0.327
语言发育落后家族史 [例(%)]	4(9)	14(33)	7.91	0.005
学习第二语言 [例(%)]	13(29)	3(7)	6.84	0.009
每日电子屏幕暴露时长 [例(%)]				
<0.5 h	22(49)	10(24)	6.06	0.048
0.5~1 h	15(33)	19(45)		
>1 h	8(18)	13(31)		
母亲文化程度 [例(%)]				
高中及以下	2(4)	9(21)	12.37	0.002
中专或大专	4(9)	11(26)		
本科及以上	39(87)	22(52)		
父亲文化程度 [例(%)]				
高中及以下	2(4)	7(17)	15.72	<0.001
中专或大专	3(7)	14(33)		
本科及以上	40(89)	21(50)		
家庭平均月收入 [例(%)]				
<1 万	2(4)	13(31)	11.39	0.003
1 万~3 万	27(60)	21(50)		
>3 万	16(36)	8(19)		

注：[DLD] 发育性语言障碍。

表 2 两组语言、智力及行为评估得分比较

项目	正常对照组 (n=45)	DLD 组 (n=42)	t/Z 值	P 值
DREAM-C ($\bar{x} \pm s$, 分)				
整体语言	112 $\pm$ 6	89 $\pm$ 8	14.45	<0.001
听力理解	113 $\pm$ 6	92 $\pm$ 9	12.10	<0.001
语言表达	105 $\pm$ 9	73 $\pm$ 7	18.94	<0.001
语义理解	120 $\pm$ 7	96 $\pm$ 11	11.78	<0.001
句法运用	103 $\pm$ 6	82 $\pm$ 7	14.86	<0.001
韦氏智力量表				
总智商 ($\bar{x} \pm s$, 分)	121 $\pm$ 11	93 $\pm$ 11	11.70	<0.001
言语理解 ($\bar{x} \pm s$, 分)	122 $\pm$ 13	94 $\pm$ 15	9.52	<0.001
工作记忆 ($\bar{x} \pm s$, 分)	107 $\pm$ 13	90 $\pm$ 12	6.32	<0.001
加工速度 [$M(P_{25}, P_{75})$, 分]	106.0(105.0, 130.0)	96.0(86.0, 100.0)	-5.45	<0.001
PSQ [$M(P_{25}, P_{75})$, 分]				
品行问题	0.42(0.17, 0.58)	0.71(0.42, 0.85)	-3.66	<0.001
学习问题	0.75(0.25, 1.00)	1.25(1.00, 1.50)	-4.95	<0.001
心身障碍	0.00(0.00, 0.20)	0.00(0.00, 0.20)	-1.29	0.196
冲动-多动	0.50(0.25, 1.00)	1.25(0.69, 1.50)	-3.67	<0.001
焦虑	0.50(0.25, 0.75)	0.63(0.25, 0.81)	-1.43	0.152
多动指数	0.50(0.20, 0.80)	0.90(0.58, 1.13)	-3.86	<0.001

注：[DLD] 发育性语言障碍；[DREAM-C] 梦想普通话听力理解和表达能力标准化评估；[PSQ] Conners 父母用症状问卷。

2.3 两组儿童 PAPAS 得分及 AP 异常风险比较
DLD 组儿童 PAPAS 各维度得分、AP 异常风险比例高于正常对照组 ($P<0.001$)，见表 3。

表 3 两组 AP 评估结果及异常风险比较

项目	正常对照组 (n=45)	DLD 组 (n=42)	χ^2/Z 值	P值
AP 异常风险 [例(%)]	8(18)	32(76)	29.84	<0.001
PAPAS [$M(P_{25}, P_{75})$, 分]				
PAPAS 总分	75.80(48.45, 87.45)	98.05(91.60, 99.80)	-6.32	<0.001
听觉解码	63.50(45.75, 76.15)	98.35(93.00, 99.63)	-6.71	<0.001
听觉注意	78.50(50.40, 90.35)	91.90(83.80, 99.13)	-4.30	<0.001
沟通交流	71.20(49.55, 88.90)	96.60(79.95, 98.93)	-4.79	<0.001
多动-冲动	78.50(56.30, 88.90)	93.50(87.10, 98.55)	-3.94	<0.001

注：[DLD] 发育性语言障碍；[AP] 听处理；[PAPAS] 学龄前儿童听处理评估量表。

2.4 两组儿童 DREAM-C 与 PAPAS 得分相关性分析

所有儿童 DREAM-C 各维度得分与 PAPAS 各维度得分呈负相关 ($P<0.05$)，见表 4。

表 4 DREAM-C 与 PAPAS 得分的相关性 (r_s 值, $n=87$)

项目	PAPAS 总分	听觉解码	听觉注意	沟通交流	多动-冲动
整体语言	-0.552***	-0.616***	-0.305**	-0.471***	-0.283**
听力理解	-0.529***	-0.589***	-0.275*	-0.458***	-0.275*
语言表达	-0.538***	-0.600***	-0.335**	-0.414***	-0.283**
语义理解	-0.527***	-0.589***	-0.284**	-0.454***	-0.278**
句法运用	-0.558***	-0.618***	-0.306**	-0.463***	-0.291**

注：[PAPAS] 学龄前儿童听处理评估量表。* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$ 。

2.5 DLD 组韦氏智力量表得分、PSQ 得分与 PAPAS 得分的相关性分析

DLD 组工作记忆得分与 PAPAS 总分、听觉解码、听觉注意、沟通交流维度得分呈负相关 ($P<0.05$)。PSQ 品行问题、学习问题和多动指数得分与 PAPAS 总分、听觉解码、听觉注意、沟通交流、多动-冲动维度得分呈正相关 ($P<0.05$)，PSQ 冲动-多动得分与 PAPAS 总分、听觉注意、多动-冲动维度得分呈正相关 ($P<0.05$)，焦虑得分仅与沟通交流维度得分呈正相关 ($P<0.05$)。见表 5。

2.6 AP 与 DREAM-C 得分的关联分析

简单线性回归 (模型 A) 显示，听觉解码得分与 DREAM-C 得分呈显著负相关 ($b'=-0.579$, $P<0.001$)，可解释 33.6% 的变异。多元线性回归 (模型 B) 纳入工作记忆及其他变量后，模型解释力提升至 55.8%。听觉解码得分 ($b'=-0.431$, $P=0.009$)、工作记忆得分 ($b'=0.437$, $P<0.001$) 与

DREAM-C 整体语言维度得分独立相关。见表 6~7。

2.7 工作记忆的中介效应检验

在控制性别、年龄、语言发育落后家族史、第二语言学习、每日电子屏幕暴露时长、父母文化程度及家庭平均月收入等协变量后，听觉解码得分对 DREAM-C 整体语言维度得分的总效应显著 (效应值=-0.280, $P<0.001$)。纳入工作记忆后直接效应仍显著 (效应值=-0.168, $P=0.003$)。听觉解码得分对工作记忆得分 (效应值=-0.336, $P<0.001$) 及工作记忆得分对 DREAM-C 整体语言维度得分 (效应值=0.334, $P<0.001$) 的效应均显著。Bootstrap 检验表明，工作记忆中介效应显著 (效应值=-0.112, 95%CI: -0.175~-0.045)，占总效应的 40%，提示工作记忆在听觉解码与整体语言间起部分中介作用。见图 1、表 8。

表 5 DLD 组韦氏智力量表得分、PSQ 得分与 PAPAS 得分的相关性分析 (r_s 值, $n=42$)

项目	PAPAS 总分	听觉解码	听觉注意	沟通交流	多动-冲动
韦氏智力量表					
言语理解	0.027	0.037	0.265	-0.222	0.125
工作记忆	-0.398**	-0.364*	-0.378*	-0.366*	-0.280
加工速度	-0.272	-0.264	-0.239	-0.188	-0.080
总智商	-0.056	-0.046	0.053	-0.269	0.012
PSQ					
品行问题	0.387*	0.329*	0.497**	0.386*	0.598**
学习问题	0.555**	0.560**	0.466**	0.432**	0.487**
心身障碍	0.186	0.194	0.177	0.044	0.121
冲动-多动	0.371*	0.228	0.464**	0.148	0.598**
焦虑	0.189	0.147	0.024	0.465**	-0.019
多动指数	0.457**	0.396**	0.571**	0.313*	0.578**

注：[PAPAS] 学龄前儿童听处理评估量表；[PSQ] Conners 父母用症状问卷。* $P<0.05$, ** $P<0.01$ 。

表 6 听觉解码得分与 DREAM-C 整体语言维度得分的简单及多元线性回归分析

变量	赋值	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>b'</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	Bootstrap 95% <i>CI</i>
模型 A							
常量		126.551	4.099		30.871	<0.001	119.187~135.894
听觉解码 (分)	连续变量	-0.332	0.051	-0.579	-6.552	<0.001	-0.430~-0.252
模型 B							
常量		69.226	13.331		5.193	<0.001	45.945~92.867
听觉解码 (分)	连续变量	-0.247	0.079	-0.431	-3.127	0.009	-0.422~-0.071
听觉注意 (分)	连续变量	0.126	0.073	0.221	1.726	0.099	-0.031~0.289
沟通交流 (分)	连续变量	-0.018	0.070	-0.031	-0.256	0.785	-0.157~0.125
多动-冲动 (分)	连续变量	0.015	0.064	0.023	0.238	0.848	-0.145~0.147
工作记忆 (分)	连续变量	0.381	0.079	0.437	4.822	<0.001	0.230~0.514
每日电子屏幕暴露时长	1=<0.5 h, 2=0.5~1 h, 3=>1 h	-2.375	1.418	-0.139	-1.675	0.102	-5.229~1.039
学习第二语言	0=否, 1=是	1.504	2.866	0.044	0.525	0.662	-5.195~6.827
语言发育落后家族史	0=无, 1=有	-1.283	2.629	-0.039	-0.488	0.658	-6.968~4.984
父亲文化程度	1=高中及以下, 2=中专及大专, 3=本科及以上	0.892	2.136	0.045	0.418	0.706	-3.580~5.751
母亲文化程度	1=高中及以下, 2=中专及大专, 3=本科及以上	2.226	2.088	0.119	1.067	0.309	-2.007~6.602
家庭平均月收入	1=<1 万, 2=1 万~3 万, 3=>3 万	-1.064	1.987	-0.053	-0.536	0.654	-5.764~3.385

注：因变量为 DREAM-C 整体语言维度得分；Bootstrap 95%*CI*和*P*值基于 2 000 次抽样计算（BCa法）；模型 B 控制所列全部变量。

表 7 简单线性回归模型与多元线性回归模型拟合度比较

模型	<i>R</i>	<i>R</i> ²	调整后 <i>R</i> ²	<i>SE</i>	<i>F</i>	自由度 1	自由度 2	<i>P</i>
A	0.579	0.336	0.328	10.885	42.924	1	85	<0.001
B	0.747	0.558	0.493	9.449	8.614	11	75	<0.001

注：模型 A 仅纳入听觉解码为自变量。模型 B 在模型 A 的基础上增加工作记忆、听觉注意、沟通交流、多动冲动，并控制语言发育落后家族史、第二语言学习、每日电子屏幕暴露时长、父母文化程度及家庭平均月收入等协变量。

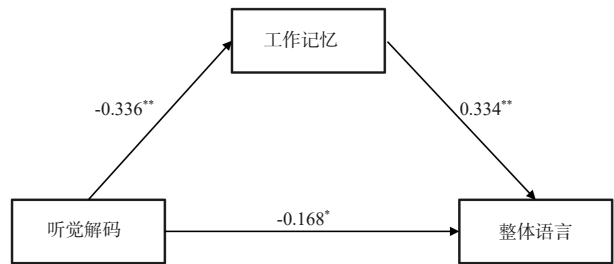


图 1 听觉解码的中介模型 图中数字代表各路径回归系数，即代表预测变量和结果变量的相关性。**P*<0.01，***P*<0.001。

表 8 听觉解码对整体语言的总效应、直接效应及工作记忆的中介效应分解表

项目	效应值	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	95% <i>CI</i>	效应量 (%)
总效应	-0.280	0.053	-5.307	<0.001	-0.386~-0.175	
直接效应	-0.168	0.055	-3.044	0.003	-0.278~-0.058	60
中介效应	-0.112	0.033			-0.175~-0.045	40

注：效应值为非标准化系数。Bootstrap 抽样 2 000 次。直接效应与中介效应的 Bootstrap 95%*CI*不包含 0，表明效应显著。

3 讨论

本研究发现 DLD 儿童 DREAM-C 各维度得分显著低于正常对照儿童，提示其存在广泛性语言功能损害^[21]。DREAM-C 各维度与 PAPAS 各维度得分呈显著负相关，且 DLD 儿童 AP 异常风险比例高于正常对照儿童，提示语言障碍与 AP 异常相关，与既往研究结果^[12, 22]一致。DLD 儿童在 AP 和语言方面存在异常，具体表现为基础听觉感知、节律韵律感知、语音加工、词汇及句法学习、叙事与读写能力等方面的困难^[23-24]。现有研究表明，AP 异常与语言障碍相关的机制可能涉及以下两个方面。其一，节奏处理缺陷导致个体无法精准加工言语中的关键听觉线索，破坏从语音流中提取单词和音节所需的超音段信息处理过程，阻碍支撑阅读能力发展的语音表征构建，最终诱发语言加工障碍^[24]。其二，频率辨别成熟度缺陷会干扰听觉通路对高分辨率频谱信息的优化处理，对早期语言发展产生级联负向影响^[25]。上述基础听觉感知缺陷可进一步损害听觉注意分配与日常沟通交流能力，最终累及高级语言功能。

本研究显示, DLD 儿童工作记忆得分与听觉解码得分、听觉注意得分呈负相关; 控制混杂因素后, 听觉解码得分与工作记忆得分及 DREAM-C 整体语言维度得分仍存在独立关联, 中介分析证实工作记忆在听觉解码与整体语言间起部分中介作用, 提示 DLD 儿童 AP 异常可能通过损害工作记忆影响语言功能。既往研究表明, 听处理障碍 (auditory processing disorder, APD) 儿童听觉感知与认知处理存在异常, 其中工作记忆在听觉场景分析中起关键作用^[26], 这进一步佐证 AP 异常与工作记忆受损的关联。目前关于 DLD 儿童工作记忆缺陷的成因主要有两种假说: 容量限制假说认为工作记忆缺陷源于工作记忆容量不足^[27], 本研究结果则更支持 Jones 等^[10]提出的系统超载假说。该假说认为, DLD 儿童工作记忆缺陷并非源于容量限制, 而是 AP 异常引发长期言语表征障碍所致。低质量听觉输入形成高度复杂且相互重叠的内部语言表征, 此类表征障碍使儿童处理言语信息时消耗有限的认知资源, 导致工作记忆系统持续超负荷, 最终表现为工作记忆缺陷。工作记忆是言语听觉信息处理的基础^[8], 其功能受损会进一步影响言语理解、表达及整合能力, 加剧 DLD 儿童的语言功能损害。

本研究发现 PSQ 多项行为问题得分与 PAPAS 多维度得分呈正相关, 提示 DLD 儿童 AP 异常与行为问题密切相关。研究表明, APD 儿童常伴有语言发育迟缓、注意力缺陷及学习困难等表现^[28]; 神经影像学证实 APD 与 DLD 儿童均存在额颞叶网络激活减弱或功能连接异常, 而该网络参与言语感知、语音加工及注意力调控过程^[29]。据此推测, DLD 儿童 AP 异常可能通过损害额颞叶网络的正常功能, 引起注意力调节障碍, 进而诱发行为问题。本研究发现 PSQ 焦虑得分仅与 PAPAS 沟通交流维度得分相关, 与既往研究^[30]一致。语言障碍限制了 DLD 儿童在日常沟通中的理解与表达能力, 使其在社交互动中易被误解、难以掌控互动进程, 从而增加情境不确定性, 进而增加焦虑风险。

综上所述, 学龄前 DLD 儿童 AP 与语言、工作记忆及行为问题密切相关, 听觉解码通过工作记忆间接影响语言功能。本研究证实 PAPAS 对学龄前 DLD 儿童的 AP 异常具有良好的筛查价值。

本研究存在局限性: 样本量有限且来源单一; 部分数据为家长所报告, 虽经盲法控制, 但仍存在主观偏倚; 横断面设计难以推断因果关系; 仅

以纯音测听正常为定性筛选标准, 未获取具体听阈数据, 限制了听力与 AP 关联的量化分析。未来研究需多中心扩大样本量并结合电生理等客观指标进行纵向验证。

作者贡献声明: 董婷负责数据整理分析及论文撰写; 刘潘婷负责研究实施; 孙钰英、俞欣悦负责数据收集与分析; 周佳、李婷钰、陈忆晴、钱君负责数据收集、协调工作; 池霞负责研究指导; 洪琴负责论文审阅与修改、研究指导。

利益冲突声明: 所有作者声明无利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Ullman MT, Clark GM, Pullman MY, et al. The neuroanatomy of developmental language disorder: a systematic review and meta-analysis[J]. *Nat Hum Behav*, 2024, 8(5): 962-975. PMID: 38491094. DOI: 10.1038/s41562-024-01843-6.
- [2] Wu S, Zhao J, de Villiers J, et al. Prevalence, co-occurring difficulties, and risk factors of developmental language disorder: first evidence for Mandarin-speaking children in a population-based study[J]. *Lancet Reg Health West Pac*, 2023, 34: 100713. PMID: 37283967. PMCID: PMC10240373. DOI: 10.1016/j.lanwpc.2023.100713.
- [3] Delage H, Frauenfelder UH. Relationship between working memory and complex syntax in children with developmental language disorder[J]. *J Child Lang*, 2020, 47(3): 600-632. PMID: 31775942. DOI: 10.1017/S0305000919000722.
- [4] Asadi IA, Khateb A, Mansour-Adwan J, et al. When developmental language disorder meets diglossia: a cross-sectional investigation of listening comprehension among native Arabic-speaking preschoolers[J]. *J Psycholinguist Res*, 2022, 51(5): 1083-1099. PMID: 35538272. DOI: 10.1007/s10936-022-09885-5.
- [5] ASHA. Central auditory processing disorder[EB/OL]. [2025-02-01]. <https://www.asha.org/Practice-Portal/Clinical-Topics/Central-Auditory-Processing-Disorder/>.
- [6] Sun Y, Zhou J, Zhu H, et al. Characteristics of speech auditory brainstem response in preschool children with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *J Speech Lang Hear Res*, 2024, 67(9): 3163-3177. PMID: 39083453. DOI: 10.1044/2024_JSLHR-23-00454.
- [7] Edwards B. A model of auditory-cognitive processing and relevance to clinical applicability[J]. *Ear Hear*, 2016, 37 Suppl 1: 85S-91S. PMID: 27355775. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000308.
- [8] Asuncion RMD, Al Khalili Y. Short-Term Memory Impairment [M]//StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025.
- [9] Sanhueza S, Urrutia M, Marrero H. Finding the mole and choosing the apple: executive function challenges in children

- with developmental language disorder (DLD) [J]. *Children* (Basel), 2024, 11(12): 1519. PMID: 39767948. PMCID: PMC11674595. DOI: 10.3390/children11121519.
- [10] Jones SD, Westermann G. Under-resourced or overloaded? Rethinking working memory deficits in developmental language disorder[J]. *Psychol Rev*, 2022, 129(6): 1358-1372. PMID: 35482644. PMCID: PMC9899422. DOI: 10.1037/rev0000338.
- [11] Chinn LK, Zhukova MA, Kroeger RJ, et al. Auditory brainstem response deficits in learning disorders and developmental language disorder: a systematic review and meta-analysis[J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 20124. PMID: 36418364. PMCID: PMC9684495. DOI: 10.1038/s41598-022-20438-7.
- [12] Elmahallawi TH, Gabr TA, Darwish ME, et al. Children with developmental language disorder: a frequency following response in the noise study[J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2022, 88(6): 954-961. PMID: 33766501. PMCID: PMC9615520. DOI: 10.1016/j.bjorl.2021.01.008.
- [13] American Academy of Audiology. Clinical practice guidelines: diagnosis, treatment, and management of children and adults with central auditory processing disorder[EB/OL]. [2025-10-15]. <https://www.audiology.org/practice-guideline/clinical-practice-guidelines-diagnosis-treatment-and-management-of-children-and-adults-with-central-auditory-processing-disorder/>.
- [14] Liu P, Lin H, Xiao Z, et al. The development, validity, reliability, and norm of a preschool auditory processing assessment scale in China[J]. *Res Dev Disabil*, 2022, 128: 104272. PMID: 35671550. DOI: 10.1016/j.ridd.2022.104272.
- [15] American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5[M]. 5th ed. Washington, DC, USA: American Psychiatric Association, 2013: 55-57.
- [16] Valade F, Béliveau MJ, Breault C, et al. Individual and cumulative risk factors in developmental language disorder: a case-control study[J]. *Clin Child Psychol Psychiatry*, 2023, 28(1): 398-414. PMID: 35797616. PMCID: PMC9893307. DOI: 10.1177/13591045221113389.
- [17] Liu XL, de Villiers J, Ning C, et al. Research to establish the validity, reliability, and clinical utility of a comprehensive language assessment of Mandarin[J]. *J Speech Lang Hear Res*, 2017, 60(3): 592-606. PMID: 28253384. DOI: 10.1044/2016_JSLHR-L-15-0334.
- [18] Korpinen E, Slama S, Rosenqvist J, et al. WPPSI-IV and NEPSY-II performance in mono- and bilingual 5-6-year-old children: findings from the FinSwed study[J]. *Scand J Psychol*, 2023, 64(4): 409-420. PMID: 36656036. DOI: 10.1111/sjop.12895.
- [19] Wanderer S, Roessner V, Strobel A, et al. WISC-IV performance of children with chronic tic disorder, obsessive-compulsive disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder: results from a German clinical study[J]. *Child Adolesc Psychiatry Ment Health*, 2021, 15(1): 44. PMID: 34465371. PMCID: PMC8408972. DOI: 10.1186/s13034-021-00392-4.
- [20] Fumeaux P, Mercier C, Roche S, et al. Validation of the French version of Conners' Parent Rating Scale-Revised, Short Form in ADHD-diagnosed children and comparison with control children [J]. *J Atten Disord*, 2021, 25(1): 124-133. PMID: 29562852. DOI: 10.1177/1087054718763908.
- [21] Chen L, Durrleman S. Comprehension of Mandarin aspect markers by preschool children with and without developmental language disorder[J]. *Front Psychol*, 2022, 13: 839951. PMID: 35572330. PMCID: PMC9097452. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.839951.
- [22] Coughler C, Hamel EM, Cardy JO, et al. Compensation to altered auditory feedback in children with developmental language disorder and typical development[J]. *J Speech Lang Hear Res*, 2021, 64(6S): 2363-2376. PMID: 33769836. DOI: 10.1044/2020_JSLHR-20-00374.
- [23] Sheng L, Yu J, Su PL, et al. Developmental language disorder in Chinese children: a systematic review of research from 1997 to 2022[J]. *Brain Lang*, 2023, 241: 105268. PMID: 37156064. DOI: 10.1016/j.bandl.2023.105268.
- [24] Przybylski L, Bedoin N, Krifi-Papoz S, et al. Rhythmic auditory stimulation influences syntactic processing in children with developmental language disorders[J]. *Neuropsychology*, 2013, 27(1): 121-131. PMID: 23356600. DOI: 10.1037/a0031277.
- [25] Jones SD, Stewart HJ, Westermann G. A maturational frequency discrimination deficit may explain developmental language disorder[J]. *Psychol Rev*, 2024, 131(3): 695-715. PMID: 37498700. PMCID: PMC11115354. DOI: 10.1037/rev0000436.
- [26] Khavarghazalani B, Dastgerdi ZH, Hamidi Nahrani M, et al. A review of the importance of top-down processing assessment in auditory processing disorder[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2024, 186: 112128. PMID: 39378540. DOI: 10.1016/j.ijporl.2024.112128.
- [27] Hancock AS, Warren CM, Barrett TS, et al. Functional near-infrared spectroscopy measures of neural activity in children with and without developmental language disorder during a working memory task[J]. *Brain Behav*, 2023, 13(2): e2895. PMID: 36706040. PMCID: PMC9927862. DOI: 10.1002/brb3.2895.
- [28] de Wit E, van Dijk P, Hanekamp S, et al. Same or different: the overlap between children with auditory processing disorders and children with other developmental disorders: a systematic review [J]. *Ear Hear*, 2018, 39(1): 1-19. PMID: 28863035. PMCID: PMC7654752. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000479.
- [29] Dos Santos JCC, Arruda MA, Masruha MR. Auditory processing disorder in childhood: a critical appraisal of diagnostic validity, functional assessment, and interdisciplinary practice[J]. *Front Hum Neurosci*, 2026, 20: 1715787. PMID: 42028037. PMCID: PMC13099855. DOI: 10.3389/fnhum.2026.1715787.
- [30] Burnley A, St Clair M, Bedford R, et al. Understanding the prevalence and manifestation of anxiety and other socio-emotional and behavioural difficulties in children with developmental language disorder[J]. *J Neurodev Disord*, 2023, 15(1): 17. PMID: 37322422. PMCID: PMC10268478. DOI: 10.1186/s11689-023-09486-w.

(本文编辑: 王颖)