doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2605017

论著·临床研究

学龄前儿童听处理评估量表与低年级儿童阅读相关能力的关联性研究

郝冰姿[1,2] 李婷钰[3] 王文敏[1,2] 姚梦梦[2,4] 池霞[2,4] 洪琴[2,4]

［1.南京医科大学护理学院，江苏南京 211166；2.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；3.南通市妇幼保健院儿童保健科，江苏南通 226018；4.南京市发育行为医学重点实验室，江苏南京 210004］

［摘要］**目的** 探讨学龄前儿童听处理能力与学龄期低年级（一、二年级）儿童阅读相关能力的纵向关联。**方法** 采用纵向设计，随机抽取2021年8月参与南京市学龄前儿童听处理评估量表（Preschool Auditory Processing Assessment Scale, PAPAS）常模研究的107名中班及大班儿童，2年后召回随访。采用快速命名和快速交替刺激测试、儿童语音意识评估量表、小学生识字量测试题库评估儿童阅读相关能力，使用韦氏儿童智力量表与整合视听持续性操作测试评估认知与注意力水平，分析PAPAS与阅读相关能力的关联。**结果** 85名儿童完成随访。由父母照顾的儿童的语音意识准确性因子得分高于由祖辈照顾的儿童，有音乐学习经历的儿童识字量多于无音乐学习经历的儿童（P<0.05）。物体命名耗时与听觉解码得分呈正相关（r_s=0.223，P<0.05），声母意识正确率与PAPAS总分（r_s=–0.313）、听觉解码（r_s=–0.262）、听觉注意（r_s=–0.227）、沟通交流（r_s=–0.310）、视觉注意得分（r_s=–0.367）呈负相关（P<0.05）。多元线性回归分析结果显示，控制认知和注意力后，听觉解码得分与物体命名耗时呈正相关（β=0.264，P<0.05），与韵母意识正确率呈负相关（β=–0.277，P<0.05）；多动冲动得分与声母意识正确率（β=–0.311）呈负相关，视觉注意得分与声调意识正确率（β=–0.271）呈负相关（P<0.05）；视觉注意得分（β=–0.214）及听处理异常风险（β=–0.200）与识字量呈负相关（P<0.05）。**结论** 学龄前听处理能力与低年级儿童阅读相关能力存在纵向关联。PAPAS在阅读障碍高风险儿童的早期识别中具有潜在的临床应用价值。［中国当代儿科杂志，2026，28（9）：1060-1069］

［关键词］听处理；听处理评估量表；阅读；语音意识；识字量；学龄期儿童

Association between the Preschool Auditory Processing Assessment Scale and reading-related abilities in early elementary school children

HAO Bing-Zi, LI Ting-Yu, WANG Wen-Min, YAO Meng-Meng, 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 the longitudinal association between preschool auditory processing and reading-related abilities in early elementary school children (Grades 1-2). **Methods** A longitudinal design was used. Children (n=107) were randomly sampled from the August 2021 normative study of the Preschool Auditory Processing Assessment Scale (PAPAS) in Nanjing and were re-assessed two years later. Reading-related abilities were evaluated using the Rapid Automatized Naming and Rapid Alternating Stimulus tests (RAN/RAS), the Children's Phonological Awareness Assessment Scale, and the item bank of the Primary School Students' Chinese Character Recognition Test. Cognitive ability and attention were measured with the Wechsler Intelligence Scale for Children and the Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test. Associations between PAPAS and reading-related abilities were examined with correlation analyses and multiple linear regression. **Results** Eighty-five children completed the follow-up. Children cared for by parents scored higher on the phonological awareness accuracy factor than those cared for by grandparents (P<0.05), and children with music training showed greater literacy than those without (P<0.05). Object

［收稿日期］2026-05-07；［接受日期］2026-07-27

［作者简介］郝冰姿，女，硕士研究生。

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

naming time on the RAN/RAS was positively correlated with the auditory decoding score (r_s=0.223, P<0.05). The accuracy of initial consonant awareness was negatively correlated with the PAPAS total score (r_s=-0.313), auditory decoding (r_s=-0.262), auditory attention (r_s=-0.227), communication (r_s=-0.310), and visual attention (r_s=-0.367) (all P<0.05). In multiple linear regression adjusting for cognitive ability and attention, auditory decoding was positively associated with object naming time (β=0.264) and negatively associated with the accuracy of final (yunmu) awareness (β =-0.277); hyperactivity/impulsivity was negatively associated with the accuracy of initial consonant awareness (β=-0.311); and visual attention was negatively associated with tone awareness accuracy (β=-0.271) (all P<0.05). In addition, visual attention (β=-0.214) and risk of auditory processing abnormality (β=-0.200) were negatively associated with literacy (P<0.05). **Conclusions** Preschool auditory processing shows a longitudinal association with reading-related abilities in early elementary school children, and PAPAS has potential clinical value in the early identification of children at high risk of dyslexia. **[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(9): 1060-1069]**

Key words: Auditory processing; Preschool Auditory Processing Assessment Scale; Reading; Phonological awareness; Literacy; School-age child

听处理（auditory processing, AP）指中枢听觉神经系统对听觉信息的感知加工，并在此基础上产生听觉诱发电位的神经生物学活动，其行为表现涵盖声音定位和偏侧化、听觉分辨、听觉模式识别、时域感知（整合、分辨、排序和掩蔽），以及在竞争和/或衰减声音信号下的听觉表现[1]。稳定的AP能力有助于儿童语言学习及阅读习得[2-4]。听处理障碍（auditory processing disorder, APD；又称中枢听处理障碍）是指中枢神经系统对听觉信息的加工处理存在缺陷，且该缺陷并非由高级语言、认知或其他相关因素引起。患儿主要表现为噪声下言语理解困难、要求重复指令、注意力缺陷，以及阅读、拼写和学习困难等[5]。研究发现，大部分发展性阅读障碍（developmental dyslexia, DD）儿童存在APD，其在元音时长辨别任务中表现出跨语音、时间和频谱维度的普遍性加工缺陷，提示其语音处理障碍可能源于更基础的听觉整合功能异常[6-7]。纵向研究亦证实，AP异常独立于智力水平，是导致DD儿童语音缺陷的重要原因[8]。以上研究结果表明，儿童的AP能力与阅读能力关系密切。

流行病学调查显示，我国儿童DD患病率为3.90%~7.42%[9-10]，其认知缺陷涉及语音意识、快速命名、语素意识、正字法意识等[11]，临床表现为阅读速度慢、阅读准确性低、语音意识落后、识字量低下[12]，学龄期症状较为明显，严重影响患儿的学习和生活质量[13]。专家共识强调早期识别与尽早干预，即早期发现有DD风险因素的幼儿，尽早对小学时期的DD儿童采取干预措施[14]。

学龄前是中枢听觉神经发育的敏感期，直至10~12岁AP能力逐渐接近成人水平。鉴于AP与阅读关系密切，如能在学龄前识别DD风险儿童并利用神经可塑性进行综合、系统性干预，将对其后续的阅读能力产生积极影响[15-16]。学龄前儿童听处理评估量表（Preschool Auditory Processing Assessment Scale, PAPAS）[17]是国内首个针对学龄前儿童AP能力的标准化评估工具，编制过程科学规范，具有良好的信效度，已在注意缺陷多动障碍儿童中进行应用，可快速有效识别AP异常高风险的注意缺陷多动障碍儿童[18]。然而，目前尚无研究系统探讨PAPAS与儿童后续阅读能力的关联。因此，本研究基于本土化工具，探讨PAPAS与学龄期儿童阅读相关能力的纵向关联，以期为学龄前儿童AP筛查及DD早期识别提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究采用纵向设计，研究对象来自2021年8月参加PAPAS南京市常模研究的533名学龄前儿童。按年龄分层后，采用随机数字表法抽取107名中班、大班儿童，在其进入一、二年级时召回随访。由于部分儿童失访，最终成功召回85名儿童。采用G*Power软件进行事后检验效能分析（基于线性多重回归模型的F检验），设定显著性水平α=0.05（双侧）、中等效应量f^2=0.15（参照White-Schwoch等[19]的研究），以实际样本量85名代入模型，计算得到实际检验效能为0.94，表明本研究样本量充足。

纳入标准：（1）一、二年级就读，年龄≤7岁11个月；（2）韦氏儿童智力量表总分>80分；（3）监护人知情同意并自愿参加。排除标准：（1）严重神经发育障碍或精神障碍，如孤独症谱系障碍等；（2）严重神经系统疾病，如脑性瘫痪、癫痫等；（3）听力障碍；（4）视力障碍。本研究已获得南京市妇幼保健院伦理委员会批准（2024KY-075）。

1.2 一般资料调查表

收集儿童基本人口学信息，包括性别、年龄、出生史、既往史、养育环境、家庭收入、家庭阅读环境、音乐学习经历、电子设备使用情况等。

1.3 PAPAS

该量表包括听觉解码、听觉注意、沟通交流、多动冲动和视觉注意5个维度，其中视觉注意维度包含3道选填题，若任意1道空缺，则该儿童无视觉注意维度得分，该维度分数不纳入PAPAS总分计算。各条目采用Likert 5级评分法（从不=1分，总是=5分），评分越高，AP异常风险越高。该量表Cronbach's α系数为0.941，信效度良好，已建立了江苏省常模[20]。参照文献报道的APD发病率[21]，同时结合筛查工具对灵敏度的要求，本研究以量表标准分>1.5个标准差作为AP异常高风险的划界标准，将儿童分为AP异常高风险组和AP异常低风险组。

1.4 阅读相关能力评估

快速命名和快速交替刺激测试（Rapid Automatized Naming and Rapid Alternating Stimulus test, RAN/RAS）：采用课题组前期本土化版本[22]，包括物体、颜色、数字、汉字、汉字数字、汉字数字颜色6个项目，要求儿童依次对同种连续刺激、2种及3种符号刺激进行命名，测试得分依据各个测试命名刺激项目时间之和，反映大脑整合视觉和语言信息的效率。

语音意识：采用课题组编制的儿童语音意识评估量表[23]，该量表包含声母意识、韵母意识、声调意识和音位意识4个维度。前3项采用奇异项任务，要求儿童从3个选项中选出对应的目标音节；音位意识采用删音任务，要求儿童删除指定音位并读出剩下部分，计算正确率。

识字量：采用王孝玲[24]编制的小学生识字量测试题库及评价量表。一年级儿童需在规定时间内读出试卷上132个汉字的字音；二年级儿童需在50 min内按顺序组词（共173个），以正确个数计算识字量。

1.5 认知与注意力评估

韦氏儿童智力量表第4版[25]：评估儿童智力水平，包括14个分测验，测验结果合成言语理解、知觉推理、工作记忆及加工速度4大指数，并得出全量表总分。

整合视听持续性操作测试[26]：评估儿童注意力水平，分为预热、练习、主测试和恢复4个阶段，计算机自动记录儿童对一系列视觉和听觉刺激的响应情况，包括靶目标遗漏数量、非靶刺激反应数量，获得控制力商数（综合）、注意力商数（综合），分别用于衡量冲动控制与反应抑制能力、注意维持与警觉水平。

1.6 质量控制

所有评估人员均经过规范化统一培训，确保掌握评估内容和方法。数据采用EpiData双人录入，以保证数据的准确性。

1.7 统计学分析

采用SPSS 25.0软件进行统计分析。正态分布计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）描述；非正态分布计量资料以中位数（四分位数间距）[M（P_{25}，P_{75}）]描述，两组间比较用Mann-Whitney U检验，多组间比较用Kruskal-Wallis H检验。计数资料以频数和百分比（%）描述，组间比较用χ^2检验。本研究共纳入10个阅读相关变量（6个快速命名耗时和4个语音意识正确率），为避免多重共线性及多重比较问题，采用主成分分析法对变量进行降维处理，以特征根>1提取主成分，采用最大方差法进行正交旋转，将提取的主成分作为新变量用于后续组间比较。相关性分析采用Spearman秩相关。采用多元线性回归分析探究PAPAS各维度及AP水平与阅读相关能力的关联。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 儿童AP水平与阅读相关能力情况

85名学龄期儿童的平均年龄为（88 ± 26）月龄。PAPAS量表中，27名儿童的监护人未完整填写视觉注意维度条目，为降低缺失数据对原始总分的干扰，本研究统一采用PAPAS标准分进行统计分析。主成分分析结果显示，旋转后共提取2个主成分，累计解释方差63.44%，成分1（特征值4.234，解释方差42.34%）在6个快速命名耗时上载荷较高（0.572~0.905），命名为“快速命名效率因子”；成分2（特征值2.110，解释方差21.10%）在4个语音意识正确率上载荷较高（0.582~0.814），命名为“语音意识准确性因子”，2类任务在2个成分上完全分离。

不同人口学特征学龄期儿童的PAPAS标准分比较，差异无统计学意义（P>0.05）。阅读相关能力方面，由父母照顾的儿童的语音意识准确性因子得分高于由祖辈照顾的儿童（P<0.05）；二年级儿童的识字量多于一年级，有音乐学习经历的儿童识字量多于无音乐学习经历的儿童（P<0.05）。见表1。

表 1　不同人口学特征学龄期儿童的PAPAS标准分和阅读相关能力的比较　［M（P_{25}，P_{75}）］

组别	例数	PAPAS得分 (分)	Z/H值[a]	P值[a]	成分 1[b]	Z/H值[c]	P值[c]	成分 2[d]	Z/H值[e]	P值[e]	识字量 (个)	Z/H值[f]	P值[f]
性别													
男性	44	53.91 (42.52, 58.18)	−0.831	0.406	0.05 (−0.68, 0.63)	−0.651	0.515	−0.01 (−0.57, 0.91)	−0.352	0.725	919.13 (708.66, 966.46)	−0.334	0.738
女性	41	48.89 (41.89, 57.33)			−0.11 (−0.74, 0.30)			0.14 (−0.26, 0.48)			877.37 (735.11, 973.46)		
年龄 (岁)													
6~<7	23	54.25 (42.49, 57.53)	−0.247	0.805	0.15 (−0.26, 0.70)	−1.415	0.157	−0.10 (−0.28, 0.41)	−1.098	0.272	835.16 (500.00, 933.56)	−1.578	0.115
7~7.83	62	52.91 (41.92, 58.56)			−0.11 (−0.79, 0.45)			0.12 (−0.36, 0.86)			913.05 (735.11, 973.47)		
年级													
一年级	67	52.91 (40.59, 56.09)	−1.877	0.060	−0.08 (−0.72, 0.56)	−0.742	0.458	0.04 (−0.27, 0.72)	−0.570	0.569	853.32 (701.07, 945.75)	−4.325	<0.001
二年级	18	55.84 (47.93, 63.46)			−0.09 (−0.54, 0.27)			0.02 (−0.48, 0.47)			1 213.45 (928.27, 1 666.20)		
独生子女													
是	51	52.91 (42.31, 58.63)	−0.386	0.700	−0.15 (−0.79, 0.39)	−1.139	0.255	0.11 (−0.35, 0.66)	−0.009	0.993	920.30 (737.81, 981.54)	−1.323	0.186
否	34	53.67 (43.67, 57.53)			0.10 (−0.60, 0.70)			0.03 (−0.29, 0.92)			888.18 (647.39, 953.45)		
怀孕方式													
自然怀孕	82	53.68 (42.49, 58.39)	−1.215	0.224	−0.06 (−0.70, 0.52)	−0.286	0.775	0.11 (−0.32, 0.67)	−0.167	0.868	903.19 (735.11, 966.83)	−0.369	0.712
辅助生殖	3	43.78 (41.73, 48.35)			−0.59 (−0.81, 0.64)			0.02 (−0.02, 0.03)			877.37 (726.44, 921.80)		
高胆红素血症													
有	2	50.22 (45.44, 54.99)	−0.101	0.919	0.07 (0.03, 0.11)	−0.290	0.772	−0.35 (−0.43, −0.27)	−1.276	0.202	845.96 (701.07, 990.85)	−0.116	0.908
无	83	53.29 (42.31, 57.96)			−0.10 (−0.71, 0.53)			0.11 (−0.28, 0.66)			898.35 (735.11, 966.53)		
主要照顾者													
父母	78	53.68 (43.67, 58.39)	−1.247	0.212	−0.09 (−0.79, 0.48)	−0.304	0.761	0.12 (−0.28, 0.72)	−1.982	0.047	898.35 (731.43, 966.83)	−0.248	0.804
祖辈	7	45.21 (35.48, 51.49)			0.11 (−0.46, 0.53)			−0.27 (−0.46, −0.22)			908.03 (748.91, 931.36)		
父母离婚或分居													
是	2	46.99 (45.21, 48.76)	−0.696	0.486	−0.22 (−0.48, 0.04)	−0.406	0.685	−0.77 (−2.19, 0.64)	−0.522	0.602	1 195.90 (762.70, 1 629.10)	−0.623	0.533
否	83	53.68 (42.31, 57.96)			−0.08 (−0.71, 0.53)			0.04 (−0.28, 0.67)			898.35 (733.27, 966.53)		
孩子听懂的方言													
有	65	53.68 (46.99, 57.80)	−0.803	0.422	0.05 (−0.44, 0.53)	−0.860	0.390	0.28 (−0.72, 0.97)	−0.145	0.885	830.53 (633.07, 949.60)	−1.565	0.118
无	20	52.91 (41.29, 57.53)			−0.10 (−0.79, 0.47)			0.03 (−0.28, 0.52)			908.03 (735.11, 979.01)		
孩子学习音乐													
是	46	53.30 (43.67, 59.07)	−0.406	0.685	−0.23 (−0.84, 0.56)	−1.411	0.158	0.07 (−0.29, 0.67)	−0.370	0.711	923.75 (793.13, 990.85)	−2.209	0.027
否	39	53.29 (41.71, 55.97)			0.11 (−0.31, 0.52)			0.03 (−0.39, 0.67)			830.80 (633.07, 956.79)		

表 1（续）

组别	例数	PAPAS得分 (分)	*Z/H*值[a]	*P*值[a]	成分 1[b]	*Z/H*值[c]	*P*值[c]	成分 2[d]	*Z/H*值[e]	*P*值[e]	识字量 (个)	*Z/H*值[f]	*P*值[f]
家庭平均月收入 (万元)													
<3	57	53.68 (42.49, 56.69)	−0.327	0.743	0.03 (−0.48, 0.55)	−1.309	0.191	0.03 (−0.39, 0.52)	−0.580	0.562	911.59 (701.07, 966.83)	−0.285	0.775
≥3	28	53.10 (41.48, 60.35)			−0.22 (−0.79, 0.23)			0.22 (−0.27, 0.82)			893.34 (777.92, 972.19)		
亲子伴读频率													
几乎没有	7	45.44 (41.71, 47.10)	3.444	0.328	0.03 (−0.13, 0.24)	3.109	0.375	0.29 (0.01, 0.78)	3.409	0.333	783.60 (627.39, 1 207.27)	0.830	0.842
每月 1~2 次	9	55.84 (44.21, 57.53)			−0.45 (−0.91, −0.19)			0.03 (−0.63, 0.67)			898.35 (853.32, 914.50)		
每周 1~2 次	43	53.69 (45.32, 58.73)			−0.05 (−0.64, 0.53)			−0.07 (−0.54, 0.43)			923.75 (735.11, 966.83)		
几乎每天	26	53.10 (41.29, 58.57)			0.07 (−0.79, 0.70)			0.07 (−0.18, 0.97)			882.70 (667.47, 965.36)		
孩子每天接触电子屏幕时间 (h)													
≤1	50	53.49 (43.67, 57.53)	−0.121	0.904	−0.03 (−0.46, 0.49)	−0.259	0.796	0.07 (−0.25, 0.84)	−1.089	0.276	903.19 (727.80, 966.83)	−0.304	0.761
>1	35	52.08 (42.31, 57.88)			−0.08 (−0.82, 0.57)			−0.06 (−0.63, 0.48)			898.35 (737.81, 963.48)		

注：［PAPAS］学龄前儿童听处理评估量表。[a]PAPAS得分的统计学结果；[b]快速命名效率因子（旋转后主成分 1）；[c]成分 1 的统计学结果；[d]语音意识准确性因子（旋转后主成分 2）；[e]成分 2 的统计学结果；[f]识字量的统计学结果。

2.2 PAPAS与阅读相关能力的相关性分析

物体命名耗时与听觉解码得分呈正相关（*P*<0.05）；声母意识正确率与PAPAS总分、听觉解码、听觉注意、沟通交流及视觉注意得分呈负相关（*P*<0.05）。见表2。

表 2 PAPAS与学龄期低年级儿童阅读相关能力的相关性分析

项目	PAPAS总分	听觉解码	听觉注意	沟通交流	多动冲动	视觉注意
RAN/RAS (s)						
物体	0.126	0.223*	0.029	0.015	0.148	0.179
颜色	−0.061	−0.057	−0.080	−0.094	0.098	0.085
数字	0.044	0.028	−0.085	−0.046	0.032	−0.064
汉字	−0.029	0.007	−0.035	−0.022	0.071	0.001
汉字数字	−0.110	−0.093	−0.096	−0.060	−0.010	−0.100
汉字数字颜色	0.044	0.131	0.021	−0.068	0.147	0.159
语音意识正确率 (%)						
声母意识	−0.313*	−0.262*	−0.227*	−0.310*	−0.209	−0.367*
韵母意识	−0.177	−0.144	−0.066	−0.088	−0.020	−0.255
声调意识	−0.139	−0.098	−0.054	−0.106	−0.009	−0.190
音位意识	−0.013	−0.080	0.153	−0.003	−0.017	−0.087
识字量 (个)	−0.005	−0.100	0.038	−0.068	0.086	−0.020

注：［PAPAS］学龄前儿童听处理评估量表；［RAN/RAS］快速命名和快速交替刺激测试。*P<0.05。

2.3 PAPAS与阅读相关能力的多元线性回归分析

以PAPAS各维度得分为自变量，分别以6个RAN/RAS任务耗时、4个语音意识正确率及识字量为因变量建立模型1，同时纳入人口学变量、儿童总智商与注意力水平，探讨PAPAS与低年级儿童阅读相关能力的关联。结果显示，听觉解码得分与物体命名耗时存在正相关（β=0.264，P<0.05）。在语音意识任务中，多动冲动、听觉解码、视觉注意得分分别与声母意识正确率、韵母意识正确率及声调意识正确率呈负相关（P<0.05）。家庭平均月收入与儿童汉字数字命名耗时呈负相关（β=–0.276，P<0.05），与音位意识正确率呈正相关（β=0.227，P<0.05）。除年级外，视觉注意得分也与低年级儿童识字量呈负相关（β=–0.214，P<0.05）。见表3。

表3 PAPAS各维度得分与阅读相关能力的多元线性回归分析[a]

因变量/自变量	赋值	*B*	*SE*	β	*t*	*P*	95%*CI*
物体命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	–0.167	0.066	–0.313	–2.525	0.014	–0.299~–0.034
听觉解码	连续变量	0.445	0.213	0.264	2.132	0.037	0.027~0.883
颜色命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	–0.410	0.141	–0.362	–2.906	0.005	–0.693~–0.127
数字命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	–0.188	0.055	–0.412	–3.413	0.001	–0.299~–0.078
年级	1=一年级, 2=二年级	–7.224	2.531	–0.344	–2.854	0.006	–12.297~–2.151
汉字命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	–0.258	0.063	–0.482	–4.077	<0.001	–0.384~–0.131
年级	1=一年级, 2=二年级	–7.158	2.896	–0.292	–2.471	0.017	–12.962~–1.354
汉字数字命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	–0.141	0.053	–0.319	–2.631	0.011	–0.248~–0.033
年级	1=一年级, 2=二年级	–6.830	2.461	–0.338	–2.776	0.008	–11.763~–1.897
家庭平均月收入	1=<3万元, 2=≥3万元	–4.751	2.058	–0.276	–2.309	0.025	–8.876~–0.626
汉字数字颜色命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	–0.230	0.060	–0.453	–3.805	<0.001	–0.351~–0.109
声母意识正确率							
韦氏量表总智商	连续变量	0.513	0.152	0.394	3.369	0.001	0.208~0.819
多动冲动	连续变量	–2.174	0.816	–0.311	–2.664	0.010	–3.810~–0.538
韵母意识正确率							
韦氏量表总智商	连续变量	0.628	0.196	0.394	3.210	0.002	0.236~1.019
听觉解码	连续变量	–0.958	0.419	–0.277	–2.287	0.026	–1.798~–0.119
声调意识正确率							
视觉注意	连续变量	–2.524	1.196	–0.271	–2.111	0.039	–4.920~–0.128
音位意识正确率							
主要照顾者	1=父母, 2=祖辈	–38.565	11.029	–0.417	–3.497	0.001	–60.667~–16.463
家庭平均月收入	1=<3万元, 2=≥3万元	12.454	7.066	0.227	2.374	0.021	1.017~25.891
识字量							
年级	1=一年级, 2=二年级	681.862	93.504	0.757	7.292	<0.001	494.475~869.248
视觉注意	连续变量	–35.778	17.352	–0.214	–2.062	0.044	–70.553~–1.003

注：[a]以听觉解码、听觉注意、沟通交流、多动冲动和视觉注意5个维度的得分作为自变量。

以AP异常风险组别为自变量，因变量、协变量同模型1，考察AP异常风险组别与儿童阅读相关能力的关联。模型2结果显示，AP异常风险与识字量呈负相关（β=–0.200，P<0.05）。见表4。模型1与模型2均显示，控制力商数（综合）与RAN/RAS表现相关，韦氏量表总智商与语音意识正确

率呈正相关（P<0.05）。由父母照顾的儿童的音位意识正确率更高（P<0.05）。见表3~4。

表4　AP组别与阅读相关能力的回归结果[a]

因变量/自变量	赋值	*B*	*SE*	*β*	*t*	*P*	95%*CI*
物品命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	−0.142	0.051	−0.294	−2.803	0.006	−0.243~−0.041
颜色命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	−0.296	0.092	−0.332	−3.208	0.002	−0.480~−0.113
数字命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	−0.272	0.057	−0.461	−4.734	<0.001	−0.386~−0.158
汉字命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	−0.253	0.052	−0.474	−4.903	<0.001	−0.356~−0.150
汉字数字命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	−0.202	0.051	−0.399	−3.970	<0.001	−0.303~−0.101
汉字数字颜色命名耗时							
控制力商数 (综合)	连续变量	−0.253	0.045	−0.524	−5.608	<0.001	−0.343~−0.163
声母意识正确率							
韦氏量表总智商	连续变量	0.434	0.132	0.340	3.293	0.001	0.172~0.696
韵母意识正确率							
韦氏量表总智商	连续变量	0.539	0.170	0.329	3.172	0.002	0.201~0.878
声调意识正确率							
韦氏量表总智商	连续变量	0.453	0.171	0.282	2.649	0.010	0.113~0.793
主要照顾者	1=父母, 2=祖辈	−14.736	7.384	−0.213	−1.996	0.049	−29.425~−0.046
音位意识正确率							
主要照顾者	1=父母, 2=祖辈	−31.868	9.605	−0.341	−3.318	0.001	−50.976~−12.760
韦氏量表总智商	连续变量	0.623	0.222	0.288	2.802	0.006	0.181~1.066
识字量							
年级	1=一年级, 2=二年级	552.527	76.586	0.620	7.214	<0.001	400.173~704.880
AP异常风险组别	1=低风险组, 2=高风险组	−201.830	86.933	−0.200	−2.322	0.023	−374.767~−28.893

注：[a]以AP异常高风险组、低风险组作为自变量。

3　讨论

AP水平与儿童的阅读能力密切相关。Rahimi等[27]干预研究证实，激活DD儿童左颞上回（即听觉言语中枢），不仅可改善听觉时间加工、噪声下言语感知等基础AP能力，还可以同步提升阅读准确性与速度，二者改善程度显著相关，进一步支持了AP在阅读中的重要作用。

既往研究表明，儿童的阅读能力受家庭、学校、教师及个体等多种因素影响[28-29]。其中，父母通过亲子阅读、语言教导、塑造良好家庭环境等方式，在儿童语音意识的发展中起到重要作用[30]。识字量受学校教学环境的影响，随年级升高而增加[31-32]。根据音乐与语言共享加工资源理论，音乐学习经历会给儿童的识字量带来额外的增长效益[33]。本研究结果与之[30-33]相符，父母为主要照顾者的儿童语音意识正确率更高，二年级及有音乐学习经历的儿童识字量更多。然而，其他阅读相关能力在不同人口学特征之间比较差异无统计学意义，这可能与儿童RAN/RAS、语音意识的发展阶段有关。Åvall等[34]纵向追踪发现，RAN能力在4~6岁快速发展后会进入平台期，个体间发展趋势一致。语音意识呈现出小学低年级快速增长、高年级增速放缓的发展特点[35]，本研究中的儿童虽正处于语音意识发展加速期，但其语音意识正确率普遍较高，组间差异有限，未能检测到人口学差异。

研究发现，AP表现好的儿童在阅读方面表现更佳[36]。根据PAPAS相关模型，听觉解码维度涉及个体在听觉反应时间、听觉信息理解等方面的处理，得分越高提示听觉解码异常的风险越高[18]。快速命名依赖听觉–运动通路对语音信息的高效提

取、存储与输出，其本质是听觉语音表征经顶叶–前额叶网络快速转换为发音动作的神经过程；完成该任务的同时需要注意力、视觉处理、正字法与语音整合等多重认知协同参与[37]。本研究发现，听觉解码得分与物体命名耗时呈正相关，提示听觉解码异常风险越高，大脑对语音整合的效率越低。此外，听觉解码不仅反映对声音物理属性的基础感知，还包括言语中语义的提取和处理[18]，而物体命名同样包含语义处理这一关键环节，二者纵向关联具有认知基础。

语音意识反映儿童元语言能力，是阅读发展的关键基础。快速听觉加工理论认为，DD 中语音缺陷源于基本听觉时间处理能力受损，即中枢神经系统无法有效整合快速、连续传入的感觉信息，干扰语音系统正常发展，最终导致阅读异常[38]。本研究相关性分析结果中，PAPAS 量表多个维度与儿童的声母意识相关，且对儿童后续语音意识的发展具有重要影响，与国外研究[39-40]一致。多动冲动反映抑制控制能力，该维度得分越高，越可能对声母意识判断产生影响。听觉解码约束语音表征的精确性，影响韵母意识准确性。麦格克效应强调，视听信息整合对语音感知具有重要意义[41]。声调识别需要整合多维度视觉信息，依靠观察口唇、下颌及颈部运动幅度完成判断[42]。据此推断，视觉注意异常的儿童在声调学习中难以捕捉和整合多种视觉信息，导致声调感知准确性下降，影响声调意识形成和发展。

本研究中，除年级因素外，视觉注意亦与识字量相关，这与 Gavril 等[43]研究一致。该研究证实，视觉空间注意力与阅读发展存在强关联，并指出视觉注意力可能是影响阅读习得个体差异的重要因素。此外，AP 异常高风险组儿童日后的识字量低于低风险组。Vanvooren 等[44]通过结构方程模型证实，学龄前儿童的 AP 能力会通过语音意识这一中介，对学龄期儿童的识字量等阅读能力产生影响。上述结果提示，学龄前儿童的视觉注意与整体 AP 能力可能分别通过不同路径，与学龄期识字量存在纵向关联，而阅读习得涉及多模态认知资源的整合。

然而，AP 水平不是后续阅读相关能力的唯一关联因素。多重缺陷模型强调，只有当儿童同时存在多种风险因素且缺乏保护因素时，才会导致 DD 的发生[45]。本研究表明，儿童的阅读能力与其他认知或环境因素相关联。RAN/RAS 依赖注意力、视觉处理参与[32]，控制力商数（综合）越高，命名耗时越短。语音意识与儿童的一般认知发展、执行功能和注意力密切相关[46]，儿童接受的知识越多、智力水平越高，其语音意识的正确率越高。此外，多元线性回归分析显示，良好的家庭环境是儿童语音意识的保护因素，这与 Cantiani 等[30]研究结果一致。

本研究存在一定的局限性。首先，本研究是一项纵向研究，时间跨度较大，未对随访者与失访者的基线特征（PAPAS 得分、人口学变量）进行差异检验，无法排除非随机失访带来的选择偏倚，一定程度上限制了研究结论的外推效力。其次，样本量相对有限，二年级儿童仅 18 例，亚组样本偏小易降低组间比较的统计检验效能，难以稳定地检出组间微小差异。且未在独立外部队列中验证，后续需在大样本、多中心研究中验证其筛查效能。再次，目前阅读能力评估工具较少，本研究仅关注阅读相关能力，未涉及阅读流畅性和准确性，未来应开发更全面的评估工具。最后，研究依赖量表、行为学评估，具有一定主观性，缺乏电生理与脑成像数据支持，未来可结合行为学和脑科学技术开展多模态研究，深入揭示 AP 与阅读发展间的神经机制，为神经干预提供科学依据。

综上所述，学龄前儿童的 AP 能力与学龄期阅读相关能力表现存在纵向关联。PAPAS 兼具科学性、便捷性与应用价值，适合用于学龄前儿童的大规模筛查，可及时、高效识别出存在 AP 异常高风险的儿童，为 DD 早期干预提供依据。

作者贡献声明：郝冰姿负责研究设计、数据收集与分析及论文撰写；李婷钰、王文敏负责数据收集与整理；姚梦梦、池霞负责研究指导与论文修改；洪琴负责研究设计、研究指导及论文审阅与修改。

利益冲突声明：所有作者声明无利益冲突。

［参　考　文　献］

[1] Bellis TJ, Bellis JD. Central auditory processing disorders in children and adults[J]. Handb Clin Neurol, 2015, 129: 537-556. PMID: 25726289. DOI: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00030-5.

[2] Goswami U. Language acquisition and speech rhythm patterns: an auditory neuroscience perspective[J]. R Soc Open Sci, 2022, 9 (7): 211855. PMID: 35911192. PMCID: PMC9326295.

DOI: 10.1098/rsos.211855.

[3] Choi SMR, Kei J, Wilson WJ. Learning difficulties and auditory processing deficits in a clinical sample of primary school-aged children[J]. Int J Audiol, 2020, 59(11): 874-880. PMID: 32498639. DOI: 10.1080/14992027.2020.1771782.

[4] Flanagan S, Wilson AM, Gabrielczyk FC, et al. Amplitude rise time sensitivity in children with and without dyslexia: differential task effects and longitudinal relations to phonology and literacy[J]. Front Psychol, 2024, 15: 1245589. PMID: 39108429. PMCID: PMC11302049.
DOI: 10.3389/fpsyg.2024.1245589.

[5] Aristidou IL, Hohman MH. Central Auditory Processing Disorder[M]//StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023.

[6] 李婷钰, 吕锦霞, 池霞, 等. 发展性阅读障碍儿童听处理特征研究新进展[J]. 中国儿童保健杂志, 2025, 33(3): 298-302.
DOI: 10.11852/zgetbjzz2024-0205.

[7] Steinbrink C, Klatte M, Lachmann T. Phonological, temporal and spectral processing in vowel length discrimination is impaired in German primary school children with developmental dyslexia[J]. Res Dev Disabil, 2014, 35(11): 3034-3045. PMID: 25128788. DOI: 10.1016/j.ridd.2014.07.049.

[8] Goswami U, Huss M, Mead N, et al. Auditory sensory processing and phonological development in high IQ and exceptional readers, typically developing readers, and children with dyslexia: a longitudinal study[J]. Child Dev, 2021, 92(3): 1083-1098. PMID: 32851656. DOI: 10.1111/cdev.13459.

[9] Sun Z, Zou L, Zhang J, et al. Prevalence and associated risk factors of dyslexic children in a middle-sized city of China: a cross-sectional study[J]. PLoS One, 2013, 8(2): e56688. PMID: 23457604. PMCID: PMC3574109.
DOI: 10.1371/journal.pone.0056688.

[10] Feng Y, Liu Q, Xie X, et al. The prevalence and associated risk factors of children with reading disabilities in a multiethnic city: a cross-sectional study[J]. Front Pediatr, 2022, 10: 864175. PMID: 35844757. PMCID: PMC9282866.
DOI: 10.3389/fped.2022.864175.

[11] 静进. 汉语发展性阅读障碍研究新视角与评价[J]. 中国儿童保健杂志, 2025, 33(11): 1179-1185.
DOI: 10.11852/zgetbjzz2025-1037.

[12] Peng P, Wang C, Tao S, et al. The deficit profiles of Chinese children with reading difficulties: a meta-analysis[J]. Educ Psychol Rev, 2017, 29(3): 513-564.
DOI: 10.1007/s10648-016-9366-2.

[13] Zou L, Zhu K, Jiang Q, et al. Quality of life in Chinese children with developmental dyslexia: a cross-sectional study[J]. BMJ Open, 2022, 12(1): e052278. PMID: 35039286. PMCID: PMC8765030. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-052278.

[14] 王久菊, 孟祥芝, 李虹, 等. 汉语发展性阅读障碍诊断与干预的专家意见[J]. 中国心理卫生杂志, 2023, 37(3): 185-191.
DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2023.03.001.

[15] Thompson EC, Estabrook R, Krizman J, et al. Auditory neurophysiological development in early childhood: a growth curve modeling approach[J]. Clin Neurophysiol, 2021, 132(9): 2110-2122. PMID: 34284246. PMCID: PMC8384681.
DOI: 10.1016/j.clinph.2021.05.025.

[16] Putkinen V, Tervaniemi M, Huotilainen M. Musical playschool activities are linked to faster auditory development during preschool-age: a longitudinal ERP study[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 11310. PMID: 31383938. PMCID: PMC6683192.
DOI: 10.1038/s41598-019-47467-z.

[17] 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.

[18] 孙钰英, 祝慧琴, 刘潘婷, 等. 学龄前儿童听处理评估量表在注意缺陷多动障碍儿童中的应用研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2023, 25(8): 824-830. PMID: 37668030. PMCID: PMC10484074. DOI: 10.7499/j.issn.1008-8830.2302042.

[19] White-Schwoch T, Woodruff Carr K, Thompson EC, et al. Auditory processing in noise: a preschool biomarker for literacy [J]. PLoS Biol, 2015, 13(7): e1002196. PMID: 26172057. PMCID: PMC4501760. DOI: 10.1371/journal.pbio.1002196.

[20] 刘潘婷. 《学龄前儿童听处理评估量表》的编制及常模研制[D]. 南京: 南京医科大学, 2022.

[21] Shreyas SR, Jain C. Two-year prevalence of central auditory processing disorders in children[J]. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg, 2024, 76(4): 3283-3288. PMID: 39130235. PMCID: PMC11306701. DOI: 10.1007/s12070-024-04673-0.

[22] 张敏, 解雅春, 杨蕾, 等. 快速自动命名和快速交替刺激测试学龄前本土化常模的研究[J]. 中国儿童保健杂志, 2017, 25(12): 1207-1210. DOI: 10.11852/zgetbjzz2017-25-12-06.

[23] 姚梦梦, 徐蕖, 王秀红, 等. 儿童语音意识评估量表的编制和信效度检验[J]. 中国儿童保健杂志, 2025, 33(11): 1186-1190. DOI: 10.11852/zgetbjzz2025-0465.

[24] 王孝玲. 用什么样的汉字测定及估计小学生的识字量[J]. 华东师范大学学报（教育科学版）, 1992(1): 1-6.

[25] 张厚粲. 韦氏儿童智力量表第四版（WISC-IV）中文版的修订[J]. 心理科学, 2009, 32(5): 1177-1179.
DOI: 10.16719/j.cnki.1671-6981.2009.05.026.

[26] 梁艳, 杜松妹, 陈宏, 等. 整合视听持续性操作测试对注意缺陷多动障碍的诊断效力[J]. 中国儿童保健杂志, 2018, 26(4): 411-414. DOI: 10.11852/zgetbjzz2018-26-04-17.

[27] Rahimi V, Mohammadkhani G, Alaghband Rad J, et al. Modulation of auditory temporal processing, speech in noise perception, auditory-verbal memory, and reading efficiency by anodal tDCS in children with dyslexia[J]. Neuropsychologia, 2022, 177: 108427. PMID: 36410540.
DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2022.108427.

[28] Ghani N, Jamian AR, Abdul JN. Meta-analysis of reading abilities factors[J]. ICCCM J Soc Sci Humanit, 2022, 1(2): 1-11. DOI: 10.53797/icccmjssh.v1i2.1.2022.

[29] Mohammed S, Afaya A, Abukari AS. Reading, singing, and storytelling: the impact of caregiver-child interaction and child access to books and preschool on early childhood development in Ghana[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 13751. PMID: 37612323.

PMCID: PMC10447571. DOI: 10.1038/s41598-023-38439-5.

[30] Cantiani C, Dondena C, Molteni M, et al. Intergenerational longitudinal associations between parental reading/musical traits, infants' auditory processing, and later phonological awareness skills[J]. Front Neurosci, 2023, 17: 1201997. PMID: 37539387. PMCID: PMC10394385. DOI: 10.3389/fnins.2023.1201997.

[31] Haase A, Steinbrink C. Associations between morphological awareness and literacy skills in German primary school children: the roles of grade level, phonological processing and vocabulary [J]. Read Writ, 2022, 35(7): 1675-1709. DOI: 10.1007/s11145-021-10247-1.

[32] Vernon-Feagans L, Mokrova IL, Carr RC, et al. Cumulative years of classroom quality from kindergarten to third grade: prediction to children's third grade literacy skills[J]. Early Child Res Q, 2019, 47: 531-540. DOI: 10.1016/j.ecresq.2018.06.005.

[33] Hutchins S. Early childhood music training and associated improvements in music and language abilities[J]. Music Percept, 2018, 35(5): 579-593. DOI: 10.1525/mp.2018.35.5.579.

[34] Åvall M, Wolff U, Gustafsson JE. Rapid automatized naming in a developmental perspective between ages 4 and 10[J]. Dyslexia, 2019, 25(4): 360-373. PMID: 31414528. DOI: 10.1002/dys.1631.

[35] Berninger VW, Abbott RD, Nagy W, et al. Growth in phonological, orthographic, and morphological awareness in grades 1 to 6[J]. J Psycholinguist Res, 2010, 39(2): 141-163. PMID: 19826956. DOI: 10.1007/s10936-009-9130-6.

[36] Xu Z, Liu D, Wang LC. The impact of temporal processing on reading in dyslexia with rapid automatized naming deficits[J]. Dyslexia, 2024, 30(3): e1776. PMID: 39010812. DOI: 10.1002/dys.1776.

[37] Boets B, Wouters J, van Wieringen A, et al. Auditory processing, speech perception and phonological ability in pre-school children at high-risk for dyslexia: a longitudinal study of the auditory temporal processing theory[J]. Neuropsychologia, 2007, 45(8): 1608-1620. PMID: 17303197. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.01.009.

[38] Tallal P. Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children[J]. Brain Lang, 1980, 9(2): 182-198. PMID: 7363063. DOI: 10.1016/0093-934x(80)90139-x.

[39] Jain C, Priya MB, Joshi K. Relationship between temporal processing and phonological awareness in children with speech sound disorders[J]. Clin Linguist Phon, 2020, 34(6): 566-575. PMID: 31566027. DOI: 10.1080/02699206.2019.1671902.

[40] Bonacina S, Otto-Meyer S, Krizman J, et al. Stable auditory processing underlies phonological awareness in typically developing preschoolers[J]. Brain Lang, 2019, 197: 104664. PMID: 31374431. PMCID: PMC6738934. DOI: 10.1016/j.bandl.2019.104664.

[41] Sekiyama K. Cultural and linguistic factors in audiovisual speech processing: the McGurk effect in Chinese subjects[J]. Percept Psychophys, 1997, 59(1): 73-80. PMID: 9038409. DOI: 10.3758/bf03206849.

[42] Han Y, Goudbeek M, Mos M, et al. Relative contribution of auditory and visual information to Mandarin Chinese tone identification by native and tone-naïve listeners[J]. Lang Speech, 2020, 63(4): 856-876. PMID: 31888403. PMCID: PMC7534029. DOI: 10.1177/0023830919889995.

[43] Gavril L, Roșan A, Szamosközi Ș. The role of visual-spatial attention in reading development: a meta-analysis[J]. Cogn Neuropsychol, 2021, 38(6): 387-407. PMID: 35274592. DOI: 10.1080/02643294.2022.2043839.

[44] Vanvooren S, Poelmans H, De Vos A, et al. Do prereaders' auditory processing and speech perception predict later literacy? [J]. Res Dev Disabil, 2017, 70: 138-151. PMID: 28938227. DOI: 10.1016/j.ridd.2017.09.005.

[45] Pennington BF. From single to multiple deficit models of developmental disorders[J]. Cognition, 2006, 101(2): 385-413. PMID: 16844106. DOI: 10.1016/j.cognition.2006.04.008.

[46] Benso F, Mazzoni N, Chiorri C, et al. Spoonerism beyond language: a multi-componential perspective on phonological awareness[J]. Brain Sci, 2025, 15(8): 878. PMID: 40867209. PMCID: PMC12384087. DOI: 10.3390/brainsci15080878.

（本文编辑：王颖）

（©《中国当代儿科杂志》编辑部，开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议）
（© Editorial Office of *Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*. OA under CC BY-NC-ND 4.0 license）