

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2401048

论著 · 临床研究

2~6 岁孤独症谱系障碍儿童神经发育 与脑血流量的研究

尹嘉宝 王甘雨 段桂琴 聂文毫 赵明方 靳婷婷

(郑州大学第三附属医院儿童保健科/儿童发育行为科, 河南郑州 450052)

[摘要] **目的** 研究孤独症谱系障碍 (autism spectrum disorder, ASD) 儿童的神经发育特点, 分析 ASD 儿童神经发育指标与脑血流量 (cerebral blood flow, CBF) 的相关性, 探索 ASD 儿童神经发育的潜在机制。**方法** 回顾性选择初次诊断为 ASD 的 145 例 2~6 岁儿童为研究对象, 收集 Gesell 发育诊断量表、孤独症儿童行为量表 (Autism Behavior Checklist, ABC) 得分及 CBF 结果, 比较 ASD 儿童神经发育的性别差异, 并分析 CBF 与神经发育指标的相关性。**结果** ASD 男童精细运动和个人-社交发育商低于 ASD 女童 ($P<0.05$)。ASD 儿童粗大运动发育商与左侧额叶 CBF ($r=-0.200$, $P=0.016$)、右侧额叶 CBF ($r=-0.279$, $P=0.001$)、左侧顶叶 CBF ($r=-0.208$, $P=0.012$) 及右侧顶叶 CBF ($r=-0.187$, $P=0.025$) 呈负相关。ABC 总分与左侧杏仁核 CBF 呈正相关 ($r=0.295$, $P<0.001$)。**结论** 早期干预训练要重视性别及发育结构特点, 精准干预; CBF 有潜力成为 ASD 病情评估的生物标志物。

[中国当代儿科杂志, 2024, 26 (6): 599-604]

[关键词] 孤独症谱系障碍; 发育商; 脑血流量; 动脉自旋标记; 儿童

Neurodevelopment and cerebral blood flow in children aged 2-6 years with autism spectrum disorder

YIN Jia-Bao, WANG Gan-Yu, DUAN Gui-Qin, NIE Wen-Hao, ZHAO Ming-Fang, JIN Ting-Ting. Department of Child Health Care/Child Psychology and Behavior Center, Third Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China (Duan G-Q, Email: duanguiqin@zzu.edu.cn)

Abstract: Objective To investigate the neurodevelopmental characteristics of children with autism spectrum disorder (ASD), analyze the correlation between neurodevelopmental indicators and cerebral blood flow (CBF), and explore the potential mechanisms of neurodevelopment in ASD children. **Methods** A retrospective study was conducted on 145 children aged 2-6 years with newly-diagnosed ASD. Scores from the Gesell Developmental Diagnosis Scale and the Autism Behavior Checklist (ABC) and CBF results were collected to compare gender differences in the development of children with ASD and analyze the correlation between CBF and neurodevelopmental indicators. **Results** Fine motor and personal-social development quotient in boys with ASD were lower than those in girls with ASD ($P<0.05$). Gross motor development quotient in ASD children was negatively correlated with CBF in the left frontal lobe ($r=-0.200$, $P=0.016$), right frontal lobe ($r=-0.279$, $P=0.001$), left parietal lobe ($r=-0.208$, $P=0.012$), and right parietal lobe ($r=-0.187$, $P=0.025$). The total ABC score was positively correlated with CBF in the left amygdala ($r=0.295$, $P<0.001$). **Conclusions** Early intervention training should pay attention to gender and developmental structural characteristics for precise intervention in ASD children. CBF has the potential to become a biological marker for assessing the severity of ASD.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2024, 26(6): 599-604]

Key words: Autism spectrum disorder; Developmental quotient; Cerebral blood flow; Arterial spin labeling; Child

孤独症谱系障碍 (autism spectrum disorder, ASD) 是以社会交往障碍、兴趣及活动范围狭窄, 以及限制性重复刻板行为为主要特征的神经发育障碍性疾病^[1]。ASD 儿童除社交核心缺陷外, 还存

[收稿日期] 2024-01-11; [接受日期] 2024-04-11

[作者简介] 尹嘉宝, 女, 硕士研究生。

[通信作者] 段桂琴, 女, 主任医师。Email: duanguiqin@zzu.edu.cn。

在其他心理行为发育问题，如语言、运动及认知等能力可有不同程度落后^[2]。大脑的正常发育和成熟依赖脑血管系统结构和功能的完整，ASD存在脑血管的异常生成，并且部分脑区脑血流量（cerebral blood flow, CBF）较正常发育个体有灌注不足表现，且随着年龄增长灌注不足的脑区数量逐渐增多^[3-5]。动脉自旋标记（arterial spin labeling, ASL）为多模态磁共振成像检查的一部分，临床获取简单，并且具有高信噪比、不需应用造影剂和无电离辐射等优点，因此适用于儿童群体^[6]。国内外已有许多针对ASD患者临床表现和CBF关系的研究，但既往研究对象多集中于年长儿童，且未强调ASD患儿首诊时的发育情况和性别差异^[7-10]。本研究收集未经行为干预及药物治疗的首诊ASD儿童的临床资料，使用Gesell发育诊断量表（Gesell Development Diagnosis Scale, GDDS）反映ASD儿童神经发育水平，孤独症儿童行为量表（Autism Behavior Checklist, ABC）反映ASD症状的严重程度，ASL检查获取脑感兴趣区（region of interests, ROIs）的CBF，旨在分析初次诊断为ASD儿童神经发育水平的性别差异，分析ASD儿童神经发育指标与CBF的相关性，探索ASD儿童神经发育的潜在机制和生物标志物。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性选取2021年12月—2023年3月在郑州大学第三附属医院儿童保健科/儿童发育行为科就诊，并初次诊断为ASD的145例2~6岁儿童为研究对象。纳入标准：（1）符合美国精神障碍诊断与统计手册第5版中ASD的诊断标准^[1]；（2）完成GDDS及ABC评估，镇静状态下完成ASL检查；（3）初次诊断为ASD，且并未进行任何康复干预训练及精神科药物治疗。排除标准：（1）共患遗传代谢性疾病、染色体病或精神障碍；（2）脑电图表现异常；（3）罹患有其他严重躯体疾病，如视听障碍、脏器功能不全、严重脑外伤、癫痫等疾病。本研究经郑州大学第三附属医院医学伦理委员会批准（伦理号：2023-071-01）。

1.2 资料收集

通过电子病历系统收集145例儿童的临床资料，包括性别、初次就诊年龄、出生方式，以及GDDS、ABC、CBF结果。

1.3 测评工具

采用GDDS^[2]从5个方面评估ASD儿童神经发育水平，包括适应性、粗大运动、精细运动、语言和个人-社交能力。发育商（developmental quotient, DQ）用来量化各能区发育水平，DQ \geq 85分为正常，否则为异常^[2]。采用ABC评估ASD症状严重程度，包括感觉、交往、躯体运动、语言和生活自理5个因子，总分越高提示症状越明显^[11]。

1.4 MRI数据采集

MRI数据采集均在我院放射科磁共振检查室完成。所有ASD儿童进行ASL检查前30 min给予5 mg/kg苯巴比妥镇静，检查中患儿双耳放置棉球减轻设备噪声干扰，头部放置海绵固定减轻运动伪影。使用美国GE SIGNA Pioneer 3.0 T MRI扫描仪完成3D-ASL轴位扫描，包括Ax-T₂ CUBE脑结构像和3D-ASL两部分。通过Ax-T₂ CUBE勾勒脑的结构形态，并与3D-ASL融合，再通过软件勾画ROIs以获得局部CBF。

Ax-T₂ CUBE序列成像参数：重复时间5 002 ms，视野240 mm \times 316 mm，回波时间98.4 ms，激励次数2，层厚2.0 mm，层间隔1 mm，层数144，矩阵220 \times 220，扫描时间3 min 40 s。3D-ASL使用SE SPIRAL序列进行纯轴位扫描，复制Ax-T₂ CUBE序列的定位线，标记后延迟时间为1.5 s，视野240 mm \times 316 mm，重复时间4 628 ms，回波时间10.86 ms，层厚4.0 mm，层间隔4.0 mm，激励次数3，层厚4.0 mm，层间隔4.0 mm，层数72，矩阵512 \times 512，扫描时间4 min 10 s。

扫描的原始图像导入ADW 4.7工作站进行图像后处理。使用Ready View软件将上述2个序列图像融合后得到伪彩色图。伪彩色图的颜色表示CBF，红色表示高值，蓝色表示低值。由2位经验丰富的神经放射科医生在融合图像上手动勾画出ROIs，包括额叶、颞叶、顶叶、枕叶和杏仁核区域。ROIs的大小为（10 \pm 2）mm²，经过3次测量后取平均值。

1.5 统计学分析

所有数据采用Excel进行管理。应用SPSS 26.0软件完成数据的统计分析。正态分布的计量资料用均数 \pm 标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间比较采用两样本t检验。计数资料采用例数和率（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验。相关性分析采用Pearson相关法。P $<$ 0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般人口学特征

共纳入 145 例 2~6 岁 ASD 儿童，平均月龄为 (38 ± 12) 个月，顺产娩出 102 例 (70.3%)，男童 116 例 (80.0%)，女童 29 例 (20.0%)。不同性别 ASD 患儿的初诊年龄及出生方式比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)，见表 1。

2.2 不同性别 ASD 儿童神经发育情况比较

145 例 ASD 儿童适应性 DQ 为 (57 ± 17) 分，粗大运动 DQ 为 (67 ± 16) 分，精细运动 DQ 为 (63 ± 17) 分，语言 DQ 为 (37 ± 15) 分，个人-社

交 DQ 为 (53 ± 14) 分，ABC 得分为 (62 ± 12) 分。不同性别 ASD 患儿的适应性、粗大运动、语言 DQ，以及 ABC 总分比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)，但 ASD 女童精细运动、个人-社交 DQ 较男童高 ($P<0.05$)，见表 2。

表 1 ASD 儿童一般人口学特征比较

组别	例数	初诊年龄 ($\bar{x} \pm s$, 月)	顺产 [例(%)]
女童	29	36 ± 12	18(62.1)
男童	116	38 ± 12	84(72.4)
χ^2 值		0.833	1.190
P值		0.406	0.275

表 2 不同性别 ASD 儿童神经发育情况比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	GDSS					ABC 得分
		适应性 DQ	粗大运动 DQ	精细运动 DQ	语言 DQ	个人-社交 DQ	
女童	29	57 ± 14	72 ± 16	68 ± 16	35 ± 11	57 ± 13	66 ± 21
男童	116	57 ± 18	67 ± 15	61 ± 17	37 ± 15	52 ± 14	62 ± 22
t 值		-0.007	-1.752	-2.008	0.831	-2.043	-0.901
P值		0.995	0.082	0.047	0.408	0.043	0.369

注：[GDSS] Gesell 发育诊断量表；[DQ] 发育商；[ABC] 孤独症儿童行为量表。

2.3 ASD 儿童神经发育水平与 CBF 的相关性

ASD 儿童 ABC 总分与左侧杏仁核 CBF 呈正相关 ($r=0.295$, $P<0.001$)。GDSS 中，ASD 儿童粗大运动 DQ 与左侧额叶 CBF ($r=-0.200$, $P=0.016$)、

右侧额叶 CBF ($r=-0.279$, $P=0.001$)、左侧顶叶 CBF ($r=-0.208$, $P=0.012$) 及右侧顶叶 ($r=-0.187$, $P=0.025$) 呈负相关。其他能区发育水平和脑 ROIs CBF 无相关性 ($P>0.05$)。见表 3。

表 3 ASD 儿童神经发育水平与 CBF 的相关性

项目	适应性 DQ		粗大运动 DQ		精细运动 DQ		语言 DQ		个人-社交 DQ		ABC 总分	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
左侧额叶	-0.005	0.954	-0.200	0.016	-0.066	0.430	0.036	0.667	-0.129	0.123	0.213	0.060
右侧额叶	-0.073	0.386	-0.279	0.001	-0.109	0.192	-0.002	0.977	-0.132	0.113	0.162	0.052
左侧颞叶	0.118	0.157	-0.120	0.149	0.032	0.700	0.071	0.393	-0.015	0.862	0.140	0.092
右侧颞叶	0.058	0.490	-0.130	0.120	0.051	0.540	0.116	0.165	0.033	0.693	0.129	0.123
左侧顶叶	0.010	0.909	-0.208	0.012	-0.104	0.214	0.022	0.793	-0.038	0.650	0.138	0.099
右侧顶叶	-0.037	0.660	-0.187	0.025	-0.125	0.134	0.033	0.691	-0.023	0.786	0.111	0.185
左侧枕叶	-0.060	0.475	-0.261	0.062	-0.167	0.054	-0.052	0.537	-0.116	0.163	0.053	0.523
右侧枕叶	-0.054	0.516	-0.087	0.299	-0.090	0.280	-0.082	0.326	0.025	0.766	-0.070	0.402
左侧杏仁核	0.044	0.599	-0.027	0.751	0.036	0.671	0.008	0.926	-0.049	0.556	0.295	<0.001
右侧杏仁核	-0.002	0.984	0.017	0.838	0.100	0.233	0.021	0.803	-0.018	0.828	0.093	0.265

注：[DQ] 发育商；[ABC] 孤独症儿童行为量表。

3 讨论

本研究中男女比例为 4 : 1，与 ASD 患者以男

性为主导相符^[1]。本研究收集 2~6 岁首诊 ASD 儿童未经治疗时的临床资料，重点关注其神经发育的性别差异，并探索 CBF 与 ASD 神经发育相关指标

的关系，为 ASD 的病理生理学机制提供神经影像学参考依据。

ASD 的临床表现具有异质性，且 ASD 女性存在“社交伪装”，会以不同于男性的方式表现出 ASD 症状^[12-13]。本研究认为在初诊年龄和病情相当的情况下，ASD 儿童发育水平存在性别差异，在精细运动和个人-社交能力方面女童较男童有更好的表现，而其他领域 DQ 无差异，与先前研究结果^[14]一致。既往研究发现 ASD 女童较男童在社交对话中更多使用长句，且对话中的停顿时间更短^[15]，提示 ASD 女童有更好的社交表现。Cola 等^[16]认为 ASD 女性在社交情境下会掩饰自己的社交障碍，相比于 ASD 男性更容易留下较好的第一印象。并且 ASD 女童较男童有更多的社交补偿性行为，如与同龄人保持亲密的社交接触来掩盖社交困境^[17]。ASD 女性的“社交伪装”、ASD 基因的“女性保护效应”以及性激素对大脑发育的影响都可能促使女性 ASD 患者有更好的社交表现^[18-19]。但也有研究认为 ASD 女性相较男性经历了相当甚至更严重的社交障碍^[20-21]。这可能与研究对象的年龄分布、智力及研究工具不同有关。因此，在 ASD 的识别、诊断和治疗中要重视发育的性别差异，制定个性化的干预措施。

掌握更多的运动技能有助于增加儿童与外界互动的机会，在探索中促进语言、社交及认知等能力的发展^[22]，调查显示 86.9% 的 ASD 患者有运动障碍的风险^[23]。本研究显示 ASD 儿童总体运动能力落后，且男童精细运动明显落后于女童。Zhou 等^[24]的研究证实 ASD 儿童较差的精细运动能力与更多的社会沟通缺陷及更加严重的 ASD 有关。因此康复训练要重视运动技能落后和发育性别差异，实施个性化干预改善预后。

本研究发现 ASD 患儿粗大运动 DQ 与双侧额叶、顶叶 CBF 呈负相关，提示粗大运动技能的发育受额叶和顶叶 CBF 的影响。这一结果与脑叶的功能一致，顶叶的皮质神经元接收来自枕叶的视觉信息，且与额叶前运动皮质和运动皮质紧密联系，实现眼手协调的运动功能^[25-26]。脑血流为大脑发育和功能成熟提供氧气和营养物质，因此 CBF 会影响大脑功能尤其是认知能力的发展^[27-29]。

本研究采用 ABC 总分反映 ASD 临床症状的严重程度，结果显示左侧杏仁核 CBF 与 ABC 总分呈正相关，提示左侧杏仁核 CBF 有潜力成为 ASD 病情评估的生物标志物。杏仁核作为社交大脑的重

要组成部分，参与处理社会感知、情绪及面孔识别^[30]。既往研究发现 ASD 患者杏仁核等社交大脑区域灰质体积和皮质厚度减少，并且这种改变与社交障碍相关^[31]。有假说认为社交脑网络结构和功能的非典型性奠定了 ASD 社交障碍的基础^[32]，本研究为该假说提供了理论支持。Ye 等^[9]研究采用 ABC 各因子评分和 GDDS 评估 ASD 儿童的神经发育，结果显示 ASD 儿童躯体运动评分与双侧枕叶 CBF 呈正相关，语言评分与左侧顶叶 CBF 呈正相关，生活自理评分与左侧额叶、颞叶、顶叶 CBF 呈负相关，提示 ASD 儿童的神经发育受相应脑区 CBF 的影响。此外，本研究发现 ASD 儿童粗大运动 DQ 与额叶、顶叶 CBF 有关，但 Ye 等^[9]研究却未发现 DQ 与 CBF 的关系，可能与其研究样本较少有关，并且研究对象的年龄、镇静方式以及 ASL 扫描参数的不同都可能影响研究结果。尽管本研究 and Ye 等^[9]的研究方法不同，但 CBF 与 ASD 临床征象相关性的发现肯定了 CBF 作为 ASD 病情评估的生物标志物的潜力。

然而，本研究也存在一些不足。第一，缺少正常发育儿童的临床资料作为对比。第二，对 ROIs 划分不够精细，依据脑区功能划分可能会有更多的发现。因此，未来的研究应纳入足量正常儿童的临床数据并细化大脑分区。第三，丰富 ASD 儿童的临床数据，如对刻板行为的评估、社会生活能力的评估等，有助于深入研究 CBF 对 ASD 儿童神经发育的影响。

综上所述，不同性别 ASD 儿童神经发育水平存有差异。在 ASD 的诊断及治疗上，需要重点关注男童的精细运动及个人-社交能力发展，并采取更有针对性的干预训练改善预后。同时，ASL 技术为 ASD 儿童的神经发育评估提供了更多的神经影像学参考依据，CBF 有潜力成为 ASD 病情评估的生物标志物。

作者贡献声明：尹嘉宝负责研究设计、数据分析、论文撰写；王甘雨在研究进展和数据分析上提供指导；段桂琴负责指导研究及审阅文章；聂文毫、赵明方、靳婷婷完成数据收集和整理工作。

利益冲突声明：所有作者均声明无利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] Roehr B. American Psychiatric Association explains DSM-5[J]. *BMJ*, 2013, 346: f3591. PMID: 23744600. DOI: 10.1136/bmj.f3591.
- [2] 吴满红, 邓雪梅, 林华照, 等. 孤独症谱系障碍与发育性语言障碍 2~3 岁儿童 Gesell 测评结果分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2022, 30(8): 895-899. DOI: 10.11852/zgetbjzz2021-0706.
- [3] Azmitia EC, Saccomano ZT, Alzoobaee MF, et al. Persistent angiogenesis in the autism brain: an immunocytochemical study of postmortem cortex, brainstem and cerebellum[J]. *J Autism Dev Disord*, 2016, 46(4): 1307-1318. PMID: 26667147. PMID: PMC4836621. DOI: 10.1007/s10803-015-2672-6.
- [4] Ouellette J, Lacoste B. From neurodevelopmental to neurodegenerative disorders: the vascular continuum[J]. *Front Aging Neurosci*, 2021, 13: 749026. PMID: 34744690. PMID: PMC8570842. DOI: 10.3389/fnagi.2021.749026.
- [5] Tang S, Liu X, Ran Q, et al. Application of three-dimensional pseudocontinuous arterial spin labeling perfusion imaging in the brains of children with autism[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 851430. PMID: 35280268. PMID: PMC8905523. DOI: 10.3389/fneur.2022.851430.
- [6] Ferré JC, Bannier E, Raoult H, et al. Arterial spin labeling (ASL) perfusion: techniques and clinical use[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2013, 94(12): 1211-1223. PMID: 23850321. DOI: 10.1016/j.diii.2013.06.010.
- [7] Peterson BS, Zargarian A, Peterson JB, et al. Hyperperfusion of frontal white and subcortical gray matter in autism spectrum disorder[J]. *Biol Psychiatry*, 2019, 85(7): 584-595. PMID: 30711191. PMID: PMC6420395. DOI: 10.1016/j.biopsych.2018.11.026.
- [8] Yerys BE, Herrington JD, Bartley GK, et al. Arterial spin labeling provides a reliable neurobiological marker of autism spectrum disorder[J]. *J Neurodev Disord*, 2018, 10(1): 32. PMID: 30541425. PMID: PMC6292037. DOI: 10.1186/s11689-018-9250-0.
- [9] Ye F, Du L, Liu B, et al. Application of pseudocontinuous arterial spin labeling perfusion imaging in children with autism spectrum disorders[J]. *Front Neurosci*, 2022, 16: 1045585. PMID: 36425476. PMID: PMC9680558. DOI: 10.3389/fnins.2022.1045585.
- [10] Mori T, Ito H, Harada M, et al. Multi-delay arterial spin labeling brain magnetic resonance imaging study for pediatric autism[J]. *Brain Dev*, 2020, 42(4): 315-321. PMID: 32088024. DOI: 10.1016/j.braindev.2020.01.007.
- [11] Krug DA, Arick J, Almond P. Behavior checklist for identifying severely handicapped individuals with high levels of autistic behavior[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 1980, 21(3): 221-229. PMID: 7430288. DOI: 10.1111/j.1469-7610.1980.tb01797.x.
- [12] Hull L, Petrides KV, Allison C, et al. "Putting on my best normal": social camouflaging in adults with autism spectrum conditions[J]. *J Autism Dev Disord*, 2017, 47(8): 2519-2534. PMID: 28527095. PMID: PMC5509825. DOI: 10.1007/s10803-017-3166-5.
- [13] Halladay AK, Bishop S, Constantino JN, et al. Sex and gender differences in autism spectrum disorder: summarizing evidence gaps and identifying emerging areas of priority[J]. *Mol Autism*, 2015, 6: 36. PMID: 26075049. PMID: PMC4465158. DOI: 10.1186/s13229-015-0019-y.
- [14] 杨育林, 代英. 孤独症谱系障碍儿童发育及适应性行为分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2022, 30(9): 1014-1018. DOI: 10.11852/zgetbjzz2021-1435.
- [15] Cho S, Cola M, Knox A, et al. Sex differences in the temporal dynamics of autistic children's natural conversations[J]. *Mol Autism*, 2023, 14(1): 13. PMID: 37024960. PMID: PMC10080787. DOI: 10.1186/s13229-023-00545-6.
- [16] Cola ML, Plate S, Yankowitz L, et al. Sex differences in the first impressions made by girls and boys with autism[J]. *Mol Autism*, 2020, 11(1): 49. PMID: 32546266. PMID: PMC7298946. DOI: 10.1186/s13229-020-00336-3.
- [17] Dean M, Harwood R, Kasari C. The art of camouflage: gender differences in the social behaviors of girls and boys with autism spectrum disorder[J]. *Autism*, 2017, 21(6): 678-689. PMID: 27899709. DOI: 10.1177/1362361316671845.
- [18] Kissel LT, Werling DM. Neural transcriptomic analysis of sex differences in autism spectrum disorder: current insights and future directions[J]. *Biol Psychiatry*, 2022, 91(1): 53-60. PMID: 33551190. DOI: 10.1016/j.biopsych.2020.11.023.
- [19] 张丽宏, 陈安涛, 陈骁. 孤独症的性别差异: 从基因、性激素到脑结构[J]. *中国临床心理学杂志*, 2017, 25(4): 635-638. DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2017.04.010.
- [20] Hartley SL, Sikora DM. Sex differences in autism spectrum disorder: an examination of developmental functioning, autistic symptoms, and coexisting behavior problems in toddlers[J]. *J Autism Dev Disord*, 2009, 39(12): 1715-1722. PMID: 19582563. PMID: PMC3590797. DOI: 10.1007/s10803-009-0810-8.
- [21] Lawson LP, Joshi R, Barbaro J, et al. Gender differences during toddlerhood in autism spectrum disorder: a prospective community-based longitudinal follow-up study[J]. *J Autism Dev Disord*, 2018, 48(8): 2619-2628. PMID: 29497988. DOI: 10.1007/s10803-018-3516-y.
- [22] 龙丹, 李廷玉. 孤独症谱系障碍儿童运动障碍的研究进展[J]. *中国儿童保健杂志*, 2022, 30(4): 396-400. DOI: 10.11852/zgetbjzz2020-2163.
- [23] Bhat AN. Is motor impairment in autism spectrum disorder distinct from developmental coordination disorder? A report from the SPARK study[J]. *Phys Ther*, 2020, 100(4): 633-644. PMID: 32154876. PMID: PMC7297441. DOI: 10.1093/ptj/pzz190.
- [24] Zhou B, Xu Q, Li H, et al. Motor impairments in Chinese toddlers with autism spectrum disorder and its relationship with social communicative skills[J]. *Front Psychiatry*, 2022, 13: 938047. PMID: 36311507. PMID: PMC9613953. DOI: 10.3389/fpsy.2022.938047.
- [25] Battaglia-Mayer A, Archambault PS, Caminiti R. The cortical

- network for eye-hand coordination and its relevance to understanding motor disorders of parietal patients[J]. *Neuropsychologia*, 2006, 44(13): 2607-2620. PMID: 16458334. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2005.11.021.
- [26] Battaglia-Mayer A, Caminiti R. Parieto-frontal networks for eye-hand coordination and movements[J]. *Handb Clin Neurol*, 2018, 151: 499-524. PMID: 29519477. DOI: 10.1016/B978-0-444-63622-5.00026-7.
- [27] Chao LL, Buckley ST, Kornak J, et al. ASL perfusion MRI predicts cognitive decline and conversion from MCI to dementia [J]. *Alzheimer Dis Assoc Disord*, 2010, 24(1): 19-27. PMID: 20220321. PMCID: PMC2865220. DOI: 10.1097/WAD.0b013e3181b4f736.
- [28] Ogo S. Relationship between cognitive function and regulation of cerebral blood flow[J]. *J Physiol Sci*, 2017, 67(3): 345-351. PMID: 28155036. PMCID: PMC10717011. DOI: 10.1007/s12576-017-0525-0.
- [29] Ponsford J. Factors contributing to outcome following traumatic brain injury[J]. *NeuroRehabilitation*, 2013, 32(4): 803-815. PMID: 23867406. DOI: 10.3233/NRE-130904.
- [30] Gangopadhyay P, Chawla M, Dal Monte O, et al. Prefrontal-amygdala circuits in social decision-making[J]. *Nat Neurosci*, 2021, 24(1): 5-18. PMID: 33169032. PMCID: PMC7899743. DOI: 10.1038/s41593-020-00738-9.
- [31] Pereira AM, Campos BM, Coan AC, et al. Differences in cortical structure and functional MRI connectivity in high functioning autism[J]. *Front Neurol*, 2018, 9: 539. PMID: 30042724. PMCID: PMC6048242. DOI: 10.3389/fneur.2018.00539.
- [32] Sato W, Uono S. The atypical social brain network in autism: advances in structural and functional MRI studies[J]. *Curr Opin Neurol*, 2019, 32(4): 617-621. PMID: 31135458. DOI: 10.1097/WCO.0000000000000713.

(本文编辑: 王颖)

(版权所有©2024 中国当代儿科杂志)

·消息·

关于“近红外光谱技术在早期识别新生儿胃肠道疾病中的应用”一文作者单位的更正启事

由于作者疏忽,在《中国当代儿科杂志》2024年第26卷第5期523~528页上发表的“近红外光谱技术在早期识别新生儿胃肠道疾病中的应用”一文中,原作者单位“新疆医科大学新疆维吾尔自治区儿童医院新生儿科”存在表述上的不准确,现更正为“新疆医科大学”。对此给读者带来的不便,深表歉意。

《中国当代儿科杂志》编辑部
2024年5月28日