

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2017.03.005

论著·临床研究

孤独症谱系障碍儿童智力发育与表情识别能力的关系

潘宁 吴桂花 张玲 赵雅芬 关菡 许才娟 静进 金宇

(中山大学公共卫生学院妇幼卫生系 /
中山大学公共卫生学院儿童青少年心理行为发育研究中心, 广东 广州 510080)

[摘要] **目的** 探讨孤独症谱系障碍(ASD)儿童的智力发育特点、表情识别能力及两者之间的关系。**方法** 招募6~16岁的ASD儿童(ASD组,总智商均大于70)和年龄、性别匹配的正常发育儿童(对照组)各27例,使用韦氏儿童智力量表(第四版)和中国人物静态面部表情图片对两组儿童进行智力评估和表情识别测试。**结果** ASD组总智商、言语理解、知觉推理、加工速度以及工作记忆指数得分均低于对照组($P<0.05$)。ASD组儿童的表情识别总正确率及高兴、生气、伤心、害怕表情识别的正确率均低于对照组儿童($P<0.05$)。ASD组表情识别总正确率、高兴及害怕表情识别的正确率与知觉推理呈正相关(r 分别为0.415、0.455、0.393, $P<0.05$),生气表情识别的正确率与工作记忆指数呈正相关($r=0.397$, $P<0.05$)。**结论** ASD儿童在智力发育的多个领域落后于正常儿童,其表情识别能力受损。患儿智力中的知觉推理能力和工作记忆能力与表情识别能力存在正相关关系,推测知觉推理和工作记忆能力不足可能是影响ASD儿童表情认知的重要因素。

[中国当代儿科杂志, 2017, 19(3): 275-279]

[关键词] 孤独症谱系障碍;智力;表情识别;儿童

Association between intelligence development and facial expression recognition ability in children with autism spectrum disorder

PAN Ning, WU Gui-Hua, ZHANG Ling, ZHAO Ya-Fen, GUAN Han, XU Cai-Juan, JING Jin, JIN Yu. Department of Maternal and Child Health, School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China (Jin Y, Email: jinyu@mail.sysu.edu.cn)

Abstract: Objective To investigate the features of intelligence development, facial expression recognition ability, and the association between them in children with autism spectrum disorder (ASD). **Methods** A total of 27 ASD children aged 6-16 years (ASD group, full intelligence quotient >70) and age- and gender-matched normally developed children (control group) were enrolled. Wechsler Intelligence Scale for Children Fourth Edition and Chinese Static Facial Expression Photos were used for intelligence evaluation and facial expression recognition test. **Results** Compared with the control group, the ASD group had significantly lower scores of full intelligence quotient, verbal comprehension index, perceptual reasoning index (PRI), processing speed index (PSI), and working memory index (WMI) ($P<0.05$). The ASD group also had a significantly lower overall accuracy rate of facial expression recognition and significantly lower accuracy rates of the recognition of happy, angry, sad, and frightened expressions than the control group ($P<0.05$). In the ASD group, the overall accuracy rate of facial expression recognition and the accuracy rates of the recognition of happy and frightened expressions were positively correlated with PRI ($r=0.415$, 0.455 , and 0.393 respectively; $P<0.05$). The accuracy rate of the recognition of angry expression was positively correlated with WMI ($r=0.397$; $P<0.05$). **Conclusions** ASD children have delayed intelligence development compared with normally developed children and impaired expression recognition ability. Perceptual reasoning and working memory abilities are positively correlated with expression recognition ability, which suggests that insufficient perceptual reasoning and working memory abilities may be important factors affecting facial expression recognition ability in ASD children.

[Chin J Contemp Pediatr, 2017, 19(3): 275-279]

Key words: Autism spectrum disorder; Intelligence; Facial expression recognition; Child

[收稿日期] 2016-10-19; [接受日期] 2016-12-01

[基金项目] 国家自然科学基金(81171293)。

[作者简介] 潘宁,女,硕士研究生。

[通信作者] 金宇,女,副教授。

孤独症谱系障碍 (autism spectrum disorder, ASD) 是自婴幼儿阶段即表现出社会交往及沟通障碍、重复刻板的行为兴趣模式的一组神经发育障碍^[1], 其中社会交往障碍为主要的核心障碍。在社会交往过程中, 面部表情是传递信息和情感的重要线索^[2]。既往研究表明 ASD 儿童存在表情面孔识别障碍, 且可能是导致其社交能力损伤的原因之一^[3]。Adolphs 等^[4]指出, 正常人识别表情如推断“微笑面孔”代表“开心”时需要综合运用智力中的一般知觉、言语理解和推理能力等。Herzmann 等^[5]也发现智力结构中的一般认知能力、瞬时和延时记忆 (immediate and delayed memory) 以及加工速度均参与表情识别加工过程。ASD 儿童多伴有不同程度的智力受损且情况较为复杂^[6-7], 其整体认知能力较差及信息加工能力不足^[8], 推测 ASD 儿童表情识别能力受损可能与其智力发育落后有关。因此本研究旨在探讨 ASD 儿童智力发育特点、表情识别能力及两者之间的关系, 探讨智力因素在表情识别过程中的作用, 为 ASD 儿童表情识别能力损害的神经机制研究提供线索和依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象及分组

ASD 组: 2014 年 6 月至 2015 年 6 月在特殊教育学校或普通学校招募由三甲医院确诊的 ASD 儿童。入组标准: (1) 由儿童精神科医师确诊为 ASD^[1], 且总智商 >70; (2) 年龄范围 6~16 岁; (3) 排除癫痫、精神发育迟滞等神经精神类疾病和严重躯体疾病; (4) 双眼裸眼或矫正视力正常; (5) 右利手。共入组 27 例, 其中男 22 例, 女 5 例。

对照组: 同期在普通学校招募 6~16 岁正常发育儿童, 均为右利手。排除注意缺陷多动障碍、学习障碍等神经精神类疾病和严重躯体疾病。共入组 27 例, 其中男 17 例, 女 10 例。

ASD 组和对照组平均年龄分别为 8.0 ± 2.4 岁、

8.2 ± 2.4 岁, 两组儿童平均年龄比较差异无统计学意义 ($t=-0.28$, $P=0.776$); 两组性别构成比差异亦无统计学意义 ($\chi^2=2.308$, $P=0.224$)。本研究已通过中山大学公共卫生学院医学伦理委员会批准, 并在测试开始前得到研究对象监护人的知情同意。

1.2 智力水平的评定

采用韦氏儿童智力量表第四版 (中文版) (WISC-IV)^[9] 评定儿童智力水平。智力测试结果以言语理解指数 (verbal comprehension index, VCI)、知觉推理指数 (perceptual reasoning index, PRI)、加工速度指数 (processing speed index, PSI)、工作记忆指数 (working memory index, WMI) 以及总智商 (full intelligence quotient, FIQ) 为指标。比较每个分测验量表分数与 10 个分测验平均量表分数之间的差异, 进行强弱项分析。若其差值为正向且具有统计学意义则确定为相对强项, 反之为相对弱项^[10]。该测试由经过培训的专业人员根据指导手册进行实施。

1.3 表情识别能力的评定

采用中国人物静态面部表情图片^[11] 评估表情识别能力。选择高兴、生气、伤心、害怕表情图片各 3 张, 人物男女比例 4:8, 使用 PhotoshopCS5 软件去除部分头发、耳朵和肩膀, 制作 $13 \text{ cm} \times 17 \text{ cm}$ 大小的黑白表情图片。使用 E-Prime 程序生成图像刺激序列, 4 种表情各重复 72 次。行为学结果以表情识别正确率 (表情识别正确率 = 正确识别个数 / 总反应个数 $\times 100\%$) 及反应时作为分析指标以评估被试的表情识别能力。

试验流程 (图 1): 首先在屏幕中央呈现 500 毫秒 (ms) 的注视点 “+”, 随后随机呈现面部表情图片, 接着随机呈现表情名称 (高兴、生气、伤心、害怕), 要求被试判断呈现的表情名称与上一张呈现的表情图片是否一致, 若一致则按 “F” 键, 若不一致则按 “J” 键, 随后出现注视点 “+”, 进入下一次试验, 刺激间隔为 500~1500 ms。

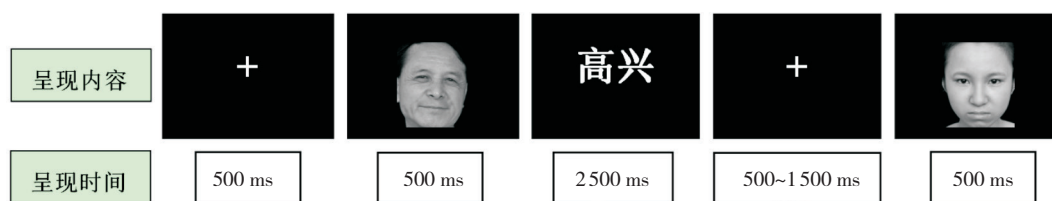


图 1 表情识别任务程序

1.4 统计学分析

采用 SPSS 19.0 统计软件进行数据处理与分析。计量资料用均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示。两组间智力测试得分比较和强弱项分析分别采用独立样本 t 检验和配对样本 t 检验;多组之间的比较采用单因素方差分析。采用 Pearson 线性相关分析评估智力与表情识别能力之间的关系。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组韦氏智力测试得分比较及强弱项分析

ASD 组中 FIQ 分布范围:70~84 分,11 例(41%);85~99 分,9 例(33%);100~114 分,4 例(15%);115 分及以上,3 例(11%)。对照组中 FIQ 分布范围:85~99 分,3 例(11%);100~114,9 例(33%);115 分及以上,15 例(56%)。ASD 组儿童 FIQ、VCI、PRI、PSI 以及 WMI 得分均低于对照组儿童($P < 0.05$),且 10 个分测验中只有“背数”分测验两组间差异无统计学意义($P = 0.062$)。ASD 儿童相对强项为“类同”($t = 4.02$, $P < 0.001$)和“积木”($t = 2.05$, $P < 0.05$);相对弱项为“译码”($t = -3.78$, $P < 0.001$)和“符号检索”($t = -3.60$, $P < 0.001$)。见表 1。

表 1 两组儿童韦氏智力测试得分的比较 ($\bar{x} \pm s$)

项目	对照组 (n=27)	ASD 组 (n=27)	t 值	P 值
FIQ	117 $\pm$ 16	92 $\pm$ 15	-6.05	<0.001
VCI	119.7 $\pm$ 19.3	98.0 $\pm$ 16.6	-4.42	<0.001
类同	13.3 $\pm$ 3.2**	10.7 $\pm$ 2.8**	-3.18	0.002
词汇	13.2 $\pm$ 3.8**	9.1 $\pm$ 3.7	-4.02	<0.001
理解	13.3 $\pm$ 4.3	9.6 $\pm$ 2.8	-3.69	0.001
PRI	113.3 $\pm$ 13.7	96.1 $\pm$ 13.0	-4.73	<0.001
积木	12.6 $\pm$ 3.2	10.0 $\pm$ 3.2**	-2.96	0.005
图画概念	12.0 $\pm$ 3.2	8.9 $\pm$ 2.3	-4.04	<0.001
矩阵推理	12.0 $\pm$ 3.0	9.4 $\pm$ 2.5	-3.46	0.001
PSI	110.0 $\pm$ 14.9	83.6 $\pm$ 18.7	-5.74	<0.001
译码	12.7 $\pm$ 4.1	7.0 $\pm$ 3.8*	-5.28	<0.001
符号检索	10.9 $\pm$ 2.6*	7.4 $\pm$ 3.4*	-4.28	<0.001
WMI	106.2 $\pm$ 20.0	93.3 $\pm$ 14.1	-2.74	0.008
背数	11.0 $\pm$ 3.8*	9.2 $\pm$ 2.9	-1.91	0.062
字母数字排序	11.2 $\pm$ 3.4*	8.6 $\pm$ 2.8	-3.10	0.003

注: * 示相对弱项, ** 示相对强项。[FIQ] 总智商; [VCI] 言语理解指数; [PRI] 知觉推理指数; [PSI] 加工速度指数; [WMI] 工作记忆指数。

2.2 两组表情识别测试正确率和反应时的比较

ASD 组表情识别总正确率及高兴、生气、伤心表情识别正确率均低于对照组($P < 0.05$)。两组表情识别总反应时及高兴、生气、伤心、害怕表情识别反应时之间差异均无统计学意义。见表 2。

表 2 两组表情识别测试正确率和反应时的比较 ($\bar{x} \pm s$)

项目	对照组 (n=27)	ASD 组 (n=27)	t 值	P 值
正确率 (%)				
总正确率	82 $\pm$ 9	72 $\pm$ 17	-2.75	0.009
高兴正确率	92 $\pm$ 8	78 $\pm$ 21	-3.37	0.002
生气正确率	84 $\pm$ 10	74 $\pm$ 21	-2.18	0.035
伤心正确率	79 $\pm$ 11	69 $\pm$ 17	-2.37	0.022
害怕正确率	74 $\pm$ 13	68 $\pm$ 16	-1.59	0.117
反应时 (ms)				
总反应时	1386 $\pm$ 428	1456 $\pm$ 617	0.48	0.633
高兴反应时	1279 $\pm$ 444	1394 $\pm$ 641	0.76	0.449
生气反应时	1349 $\pm$ 398	1443 $\pm$ 604	0.68	0.503
伤心反应时	1410 $\pm$ 443	1479 $\pm$ 621	0.47	0.639
害怕反应时	1486 $\pm$ 468	1509 $\pm$ 645	0.14	0.886

2.3 两组智力水平与表情识别能力的相关分析

对照组表情识别总正确率及高兴、害怕表情识别正确率均与 FIQ 及 WMI 呈正相关($P < 0.05$),同时表情识别总正确率及害怕表情识别正确率与 VCI 之间也呈正相关($P < 0.05$);对照组表情识别总反应时及高兴、生气、害怕表情识别反应时均与 PSI 呈负相关($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 对照组儿童智力水平与表情识别能力的相关性 (r)

项目	FIQ	VCI	PRI	PSI	WMI
总正确率	0.445 ^a	0.431 ^a	0.125	0.098	0.491 ^b
高兴正确率	0.385 ^a	0.309	0.129	0.170	0.428 ^a
生气正确率	0.262	0.248	0.067	0.078	0.286
伤心正确率	0.363	0.374	0.010	0.147	0.374
害怕正确率	0.509 ^b	0.505 ^b	0.247	-0.047	0.585 ^b
总反应时	-0.256	-0.254	0.029	-0.398 ^a	-0.160
高兴反应时	-0.300	-0.267	-0.012	-0.465 ^a	-0.173
生气反应时	-0.309	-0.286	-0.006	-0.436 ^a	-0.208
伤心反应时	-0.184	-0.183	0.041	-0.377	-0.072
害怕反应时	-0.256	-0.236	0.032	-0.382 ^a	-0.141

注: a 示 $P < 0.05$, b 示 $P < 0.01$ 。[FIQ] 总智商; [VCI] 言语理解指数; [PRI] 知觉推理指数; [PSI] 加工速度指数; [WMI] 工作记忆指数。

ASD 组表情识别总正确率及高兴、害怕表情识别正确率与 PRI 呈正相关 ($P<0.05$)，生气表情识别正确率与 WMI 呈正相关 ($P<0.05$)。ASD 组表情识别总反应时及高兴、生气、伤心、害怕表情识别反应时与其 FIQ、VCI、PRI、PSI 及 WMI 之间均无显著相关性 ($P>0.05$)。见表 4。

表 4 ASD 组智力水平与表情识别能力相关性 (r)

项目	FIQ	VCI	PRI	PSI	WMI
总正确率	0.340	0.201	0.415 ^a	0.255	0.269
高兴正确率	0.374	0.267	0.455 ^a	0.343	0.154
生气正确率	0.364	0.214	0.376	0.232	0.397 ^a
伤心正确率	0.239	0.140	0.310	0.129	0.218
害怕正确率	0.237	0.059	0.393 ^a	0.200	0.202
总反应时	-0.167	0.011	-0.302	-0.281	0.047
高兴反应时	-0.220	-0.042	-0.323	-0.288	-0.012
生气反应时	-0.112	0.026	-0.234	-0.202	0.078
伤心反应时	-0.177	0.024	-0.350	-0.295	0.049
害怕反应时	-0.147	0.044	-0.285	-0.288	0.066

注：a 示 $P<0.05$ 。[FIQ] 总智商；[VCI] 言语理解指数；[PRI] 知觉推理指数；[PSI] 加工速度指数；[WMI] 工作记忆指数。

3 讨论

本研究采用 WISC-IV 对 ASD 儿童进行智力评估，结果显示其 FIQ、VCI、PRI、PSI 以及 WMI 均低于同龄正常儿童，且 PSI 得分最低，提示 ASD 儿童在加工速度侧重考查的注意力、记忆力、书写速度以及手眼协调能力方面存在发育落后。对 10 个分测验进行强弱项分析显示，ASD 儿童的相对弱项是合成 PSI 的“译码”和“符号检索”，与 Mayes 等^[12]和 Oliveras-Rentas 等^[13]的研究结论一致，提示 ASD 儿童对视觉信息的整体处理能力不足。此认知缺陷可从弱中央统合 (weak central coherence, WCC) 理论解释，该理论认为孤独症认知模式是偏好局部多于整体的信息处理，不能根据前后联系综合处理信息。而相对强项则是 PRI 中的“积木”和 VCI 中的“类同”，与既往研究一致^[12-13]，提示 ASD 儿童在空间知觉和视觉结构的分析能力方面存在相对优势，擅于应用非语言的图形刺激进行高水平的推理活动，能够运用工作记忆储存和维持目标的同时对规则进行推理和

判断。既往研究还发现 ASD 儿童 PRI 中的矩阵推理分测验也存在明显优势^[12-14]，在本研究中强弱项分析显示 ASD 儿童矩阵推理量表分虽然高于平均量表分数，但二者之间差异无统计学意义。本研究结果与既往研究^[12-14]的研究结果不一致的原因可能是本研究样本量有限，未能反映两者间的差异，这需要今后扩大样本量进一步明确。

本研究发现 ASD 儿童识别基本表情正确率低于年龄性别匹配的正常儿童，两组表情识别正确率高低顺序均为高兴>生气>伤心>害怕，与既往研究结果一致^[15]，提示 ASD 儿童存在表情识别能力损伤但识别特征与正常儿童相似，即对积极表情的识别能力高于消极表情。ASD 儿童表情识别能力正确率低可能与其对信息的处理方式和面孔加工策略异常相关，Deruelle 等^[16]证明孤独症儿童存在异常的基于细节的面孔加工，难以将各种信息整合，往往根据局部信息进行判断。Pelphrey 等^[17]的研究也证实了孤独症面部扫描方式与正常人不同，更倾向于对嘴部信息的注视，具有局部加工特征。两组儿童表情识别反应时均为高兴<生气<伤心<害怕，两组之间并无明显差异，提示 ASD 儿童与正常儿童一样对积极表情的反应速度快于消极表情，且对于基本表情的识别速度并不落后于正常儿童。

本研究在对照组儿童表情识别反应时与总智商及 4 个维度指数的相关性分析中发现，正常发育儿童的总反应时及高兴、生气、害怕表情识别反应时与加工速度能力呈明显的负相关，即加工速度能力越好的儿童在表情识别任务中能够更迅速地做出正确判断，与 Mathersul 等^[18]发现正常儿童表情识别反应时与 PSI 具有负相关性的结果一致。而 ASD 组 PSI 明显低于对照组，却未发现 ASD 组 PSI 与表情识别反应时的相关关系，提示加工速度能力参与 ASD 儿童这几种基本表情识别任务的程度有限。本研究未发现两组儿童在表情识别反应时上的明显差异，原因可能是本研究使用的是基本表情图片，任务要求的认知加工难度不高。既往研究表明在更复杂的实验范式中，如需要 ASD 儿童对表情面孔进行命名或完成非静态表情识别任务时，ASD 儿童的反应速度则明显慢于正常儿童，提示其加工速度能力上的发育落后可能影响复杂表情识别任务^[19-20]。

本研究中,对照组儿童表情识别总正确率及高兴、害怕表情识别正确率均与总智商呈正相关,提示正常儿童正确识别表情时需要智力的各个维度综合运用,既往研究中也指出正常人面部表情感知和识别需要多种认知能力共同参与,将各种信息整合后再进行整体上的认知加工^[5]。同时该组儿童表情识别总正确率、害怕表情识别正确率与 VCI 及 WMI 之间也存在正相关关系,表明言语和工作记忆能力越好的正常儿童在完成害怕表情识别与词汇任务时越存在优势,提示正常儿童匹配害怕表情与词汇时,言语能力相关知识和技能以及工作记忆起重要作用。而 ASD 组中,未显示表情识别正确率与总智商的相关性,但发现表情识别总正确率及高兴、害怕表情识别正确率与 PRI 呈正相关,生气表情识别正确率与 WMI 呈正相关,提示 ASD 儿童匹配表情与词汇时可能更倾向于采用以知觉推理能力为主的视觉认知策略,通过工作记忆短时储存表情面孔后与表情词汇进行匹配,而缺乏言语相关能力的综合运用。且知觉推理能力虽为 ASD 儿童智力维度中的相对强项,但相对落后于正常儿童。故推测其知觉推理能力和工作记忆能力受损及不同于正常儿童的表情识别加工策略可能是导致其在表情识别能力上落后于正常儿童的原因。

综上所述,ASD 儿童在智力发育的多个领域落后于同年龄的正常儿童,对基本表情识别的准确率低于正常儿童,且在其表情识别的加工过程中,加工速度能力损伤对基本表情识别速度影响不明显,侧重应用知觉推理和工作记忆能力做出正确判断。ASD 儿童知觉推理和工作记忆能力不足可能是影响其表情认知过程的重要因素。但因本研究样本量有限且试验范式只考查 4 种基本表情的识别能力,今后的研究可扩大样本量,进一步验证本研究的结果,并探讨智力因素对其他基本表情和复杂表情认知的影响,为深入理解 ASD 儿童表情识别能力与智力发育水平之间的关系提供依据。

【参 考 文 献】

- [1] American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders[M]. 5th ed. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing, 2013: 50-59.
- [2] Hildebrandt A, Sommer W, Schacht A, et al. Perceiving and remembering emotional facial expressions - A basic facet of emotional intelligence[J]. Intelligence, 2015, 50: 52-67.
- [3] Fink E, de Rosnay M, Wierda M, et al. Brief report: accuracy and response time for the recognition of facial emotions in a large sample of children with autism spectrum disorders[J]. J Autism Dev Disord, 2014, 44(9): 2363-2368.
- [4] Adolphs R. Neural systems for recognizing emotion[J]. Curr Opin Neurobiol, 2002, 12(2): 169-177.
- [5] Herzmann G, Kunina O, Sommer W, et al. Individual differences in face cognition: brain-behavior relationships[J]. J Cogn Neurosci, 2010, 22(3): 571-589.
- [6] 唐春,邹小兵,岑超群,等. 高功能孤独症儿童智力结构分析[J]. 中华妇幼临床医学杂志(电子版), 2009, 5(4): 352-355.
- [7] 汪贝妮,曹召伦,朱春燕,等. 4~7 岁孤独症儿童的心理旋转能力及方向认知的研究[J]. 中国健康心理学杂志, 2012, 20(6): 886-888.
- [8] Ghaziuddin M, Mountain-Kimchi K. Defining the intellectual profile of Asperger syndrome: comparison with high-functioning autism[J]. J Autism Dev Disord, 2004, 34(3): 279-284.
- [9] 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.
- [10] 张厚粲. 韦氏儿童智力测验第四版施测和记分指导手册[M]. 珠海: 美国 PEARSON 暨中国珠海市京美心理测量技术开发有限公司印制, 2008: 66-68.
- [11] 顾莉萍,静进,金宇,等. 制备中国人物静态面部表情图片及信度效度的初探[J]. 中国循证儿科杂志, 2009, 4(5): 442-447.
- [12] Mayes SD, Calhoun SL. WISC-IV and WIAT-II profiles in children with high-functioning autism[J]. J Autism Dev Disord, 2008, 38(3): 428-439.
- [13] Oliveras-Rentas RE, Kenworthy L, Roberson RB, et al. WISC-IV profile in high-functioning autism spectrum disorders: impaired processing speed is associated with increased autism communication symptoms and decreased adaptive communication abilities[J]. J Autism Dev Disord, 2012, 42(5): 655-664.
- [14] Nader AM, Jelenic P, Soulieres I. Discrepancy between WISC-III and WISC-IV cognitive profile in autism spectrum: what does it reveal about autistic cognition?[J]. PLoS One, 2015, 10(12): e144645.
- [15] 顾莉萍,静进,金宇,等. 孤独症儿童对人物面孔图表情识别特征及情绪归因特点[J]. 中国儿童保健杂志, 2012, 20(4): 302-305.
- [16] Deruelle C, Rondan C, Gepner B, et al. Spatial frequency and face processing in children with autism and Asperger syndrome[J]. J Autism Dev Disord, 2004, 34(2): 199-210.
- [17] Pelphrey KA, Sasson NJ, Reznick JS, et al. Visual scanning of faces in autism[J]. J Autism Dev Disord, 2002, 32(4): 249-261.
- [18] Mathersul D, Palmer DM, Gur RC, et al. Explicit identification and implicit recognition of facial emotions: II. Core domains and relationships with general cognition[J]. J Clin Exp Neuropsychol, 2009, 31(3): 278-291.
- [19] 陈冰月. 高功能孤独症儿童面部表情识别特点及影响因素研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2014.
- [20] 张玲,潘宁,许才娟,等. 高功能孤独症儿童表情面孔工作记忆的损害特征[J]. 中国儿童保健杂志, 2016, 24(5): 475-478.

(本文编辑: 邓芳明)