

DOI: 10.20098/j.cnki.1001-5132.2023.0421

注意缺陷多动障碍两种亚型脑血流动力学特征研究

华玖州^{1,2}, 张洁², 程芳²

(1.宁波大学 医学部, 浙江 宁波 315211; 2.宁波市康宁医院, 浙江 宁波 315201)

摘要: 探讨注意缺陷多动障碍(Attention Deficit and Hyperactive Disorder, ADHD)混合型(ADHD-C)及多动-冲动为主型(ADHD-HI)儿童在言语流畅性任务(Verbal Fluency Task, VFT)中脑血流动力学反应特征及差异。通过整合视听持续性操作测试将 ADHD 患儿区分亚型(33 名 ADHD-C 型及 36 名 ADHD-HI 型), 之后采用功能近红外光谱成像技术(functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS)测量两组患儿在 VFT 中前额和左右颞叶血流动力学反应特征, 并计算其积分值与重心值。结果发现, 在注意力商数上, ADHD-C 组得分均低于 ADHD-HI 组, 差异有统计学意义($P<0.05$); 两组亚型患儿视觉得分低于听觉得分, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。在 VFT 测试中, ADHD-C 组的左右颞叶积分值较 ADHD-HI 组降低, 差异有统计学意义($P<0.05$); 两组亚型患儿左右颞叶的积分值与综合注意商、听觉注意商、视觉注意商均呈显著正相关($P<0.01$)。由此可见, ADHD-C 与 ADHD-HI 亚型在完成 VFT 时的脑左右颞叶的功能存在差异, 且注意力受损越重, 其血流动力学激活程度越低。

关键词: 注意力缺陷多动障碍; 亚型; 注意力特征; 言语流畅性任务; 功能近红外光谱成像仪技术

中图分类号: R749

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2024) 01-0077-07

注意缺陷多动障碍(Attention Deficit and Hyperactive Disorder, ADHD)是儿童期最常见的神经发育性障碍之一, 临床上以注意力不集中、多动和冲动为主要症状^[1]。我国儿童青少年患病率为 4.31%~5.83%^[2]。临床上根据症状表现将 ADHD 主要分为 3 种亚型, 具体包括注意力缺陷(ADHD-Inattentive, ADHD-I)、多动-冲动(ADHD-Hyperactive-Impulsive, ADHD-HI)及混合以上症状(ADHD-Combined, ADHD-C)。

功能性近红外光谱(functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS)作为相对新颖的非侵入性光学神经成像技术, 近年来越来越流行于正常儿童和临床儿科的脑功能检查^[3]。fNIRS 有较好的空间分辨率和时间分辨率, 且易便携、对运动的敏感性低、实用性好和成本相对低, 对于特殊儿童产生的

一些波动包容性较高, 从而成为一种在诊断和治疗儿童精神障碍方面有吸引力的神经成像工具^[4], 同时已有研究表明 fNIRS 神经反馈训练能够显著提高普通人的注意力和抑制控制能力^[5]。fNIRS 以脱氧血红蛋白(deoxy-Hb)和血红蛋白(oxy-Hb)浓度波动形式间接记录大脑功能, 从而反映人脑脑区的激活情况。虽然 ADHD 的病因仍不清楚, 但有研究发现 ADHD 患儿核心症状中的注意缺陷与前额叶皮质变薄有关^[6], 而这些皮质结构用 fNIRS 能很容易地探测到, 使得 fNIRS 在浅皮层活动及功能的研究中更具优势。言语流畅性任务(Verbal Fluency Task, VFT)表示个体运用语言传递信息的流利程度, 是言语能力的一个基本指标, 也是研究人认知功能的一个经典范式^[7]。VFT 能反映出包括语言能力、记忆力、注意力和执行能力等认知功能, 而这

些认知功能与额叶功能联系密切. VFT 不仅可以反映言语流畅性任务与语言脑区间的功能联结, 还经常用于测评某些精神障碍患者的执行控制功能的损伤情况, 其中包括抑郁症、阿尔茨海默病、帕金森病、精神分裂症、ADHD、儿童自闭症等^[8]. VFT 要求被试者根据一定的规则说出词汇, 通常分为类别流畅性任务和音素流畅性任务两种, 已有研究发现类别流畅性任务主要与颞叶有关^[9], 而音素流畅性任务与额叶的关联更大^[10]. 在进行 VFT 时, 被试大脑脑区的血流动力学激活, 由 fNIRS 检测的 deoxy-Hb 和 oxy-Hb 水平会相应变化.

本研究将在临床诊断 ADHD 亚型基础上, 通过研究 ADHD 儿童两个亚型在进行言语流畅性任务时大脑皮层的激活情况, 探讨其不同的脑功能特点及执行功能障碍机制, 为 ADHD 的特异性诊断和评估、制定治疗方案等提供客观依据, 有助于 ADHD 科学有效的针对性干预措施, 以期促进功能康复.

1 对象与方法

1.1 对象

以 2022 年 8 月至 2022 年 12 月到宁波市康宁医院学习困难门诊就诊的 69 例 ADHD 患儿为研究对象, 诊断均符合美国精神病学学会《精神障碍诊断和统计手册》第 5 版(DSM-5)ADHD 诊断标准. 年龄 6~14 岁, 其中女 13 例, 男 56 例. ADHD-HI 型合计 36 例, 其中 28 例男性, 8 例女性; ADHD-C 型合计 33 例, 其中 28 例男性, 5 例女性. 同时排除广泛性发育障碍、精神发育迟滞或特殊发育障碍、神经系统器质性疾病、精神分裂症、自闭症谱系障碍及听觉异常和视觉异常等疾病. 本研究经宁波市康宁医院伦理委员会审核批准(伦审号: NBKNYY-2021-LC-6), 同时所有参与者或其监护人均已签署知情同意书.

1.2 方法

1.2.1 ADHD 的分型

采用从南京伟思公司引进的整合视听持续性操作测试软件系统(Integrated Visual and Audio Continuous Performance Test, IVA-CPT)进行分析, 操作过程由专业人员指导研究对象操作计算机. 被测者以点击鼠标为操作方式, 分别以视觉和听

觉数字形式呈现, 要求儿童听到或看到“1”(正确目标)时做出反应, 听到或看到“2”(干扰目标)时不做反应; 测试分为热身、练习、主测和恢复 4 个阶段, 整个过程约 20 min. 测试结束, 软件经相应计算得出 22 个原始商数及 6 个综合商数, 综合商数为听觉反应控制商数(Auditory Response Control Quotient, ACQ)、视觉注意力商数(Visual Attention Quotient, VAQ)、听觉注意力商数(Auditory Attention Quotient, AAQ)、视觉反应控制商数(Visual Response Control Quotient, VCQ)、综合注意力商数(Full Scale Attention Quotient, FAQ)、综合反应控制商数(Full Scale Response Control Quotient, FRCQ), 其中 FRCQ 和 FAQ 临床意义最大.

IVA-CPT 辅助诊断 ADHD 的判断标准: 由 FRCQ 或 FAQ 分值决定是否存在异常. (1)FRCQ 或 FAQ>85, 正常值. (2)FRCQ 或 FAQ<80, 异常值. (3)FRCQ 或 FAQ 为 80~85, 临界值; 此时由多动商数(HYP)决定临界值是正常值还是异常值, 当 HYP $\geq$ 85 时, 临界值为正常值; 当 HYP<85 时, 临界值为异常值.

IVA-CPT 将符合 ADHD 诊断标准的儿童分为 3 种类型: (1)注意缺陷为主型: FRCQ 异常值, FAQ 正常值; (2)多动-冲动为主型: FRCQ 正常值, FAQ 异常值; (3)混合型: FRCQ 正常值, FAQ 正常值.

1.2.2 VFT 刺激任务

所有受试者进行执行功能相关的 VFT 以激活大脑血流动力学反应. 受试者舒适地坐在一个安静的房间里, 头部和身体保持不动, 以统一的指导语说明测试流程. 整个 VFT 过程由数数和组词组成, 包含 30 s 的任务前期, 60 s 的任务期, 60 s 的任务后期. 在任务前期和任务后期中, 参与者被要求重复从 1 数到 5; 在任务期中, 让被试者用某一文字尽可能多地组词, 如“蓝色”的“蓝”、“大写”的“大”、“电脑”的“电”, 此过程中, 3 个给定的字符每 20 s 改变 1 次. 组词数计为词语流畅性测验结果.

1.2.3 fNIRS 检测

本研究采用慧创医疗研发的高通道近红外脑功能成像设备“NirScan-6000A”测定受试者进行 VFT 刺激任务前额叶及左右颞叶的脑血流及脑激活情况. 在测试过程中, 被试者舒适地坐在一个安

静的房间内保持坐姿. 本试验根据“国际 10-20”系统将光极帽覆盖前额及双侧颞叶皮层. 该成像仪采样频率为 11 Hz, 共 31 根探针, 其中 15 个为光信号发射器, 发射 730、808、850 nm 3 种波长, 其中 730 nm 和 850 nm 为最佳波长; 还包括 16 个探测器, 探针间距固定为 3 cm, 最低探针沿 Fp1-Fp2 线放置, 一共建立 48 个通道采集并保存含氧血红蛋白浓度变化数值.

使用 NirSpark 软件包对近红外光谱数据进行分析. 采集到的信号先通过 0.01~0.20 Hz 低通滤波器以去除生理噪声(如呼吸、心脏活动), 再通过改进的 Beer-Lambert 定律将光信号转换为 Oxy-Hb 和 Deoxy-Hb 的浓度变化, 使用 Oxy-Hb 作为主要指标. 积分值代表 VFT 期间血流动力学信号的总大小, 单位是 mmol·mm, 其积分值越大则表示 oxy-Hb 含量越大; 重心值则代表血流动力学的反应强度达一半时所需的时间, 即激活反应所需的时间(s), 重心值越小说明大脑各区域对认知任务反应越迅速.

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据统计分析. 采用 Shapiro-Wilk 进行正态性检验, 采用均数±标准差描述符合正态分布的计量资料. 采用 χ^2 检验比较组间性别, 采用独立样本 t 检验分析比较两组均数; 患儿 IVA-CPT 各商数分与前额及双侧颞区积分值相关性使用 Pearson 相关分析. $P<0.05$ 具有统计学意义.

2 结果

2.1 一般资料及注意力的特征比较

由表 1 的 36 例 ADHD-HI 组和 33 名 ADHD-C 组对照可知, ADHD-HI 组与 ADHD-C 组性别($\chi^2=0.563, P=0.453$)、年龄($t=-0.084, P=0.934$)差异无统计学意义.

表 1 ADHD-HI 组与 ADHD-C 组的一般资料

项目	ADHD-HI 组	ADHD-C 组	χ^2/t	P
性别(男/女)	28/8	28/5	0.563	0.453
年龄(岁)	9.06±0.27	9.09±0.33	-0.084	0.934

注: 两组性别比较经 χ^2 检验, 年龄比较经独立样本 t 检验, $P>0.05$.

IVA-CPT 测验结果中, ADHD-C 组在注意控制方面的综合注意商(FAQ)、听觉注意商(AAQ)、视

觉注意商(VAQ)得分上均低于 ADHD-HI 组, 差异有统计学意义($P<0.05$). 相关数据见表 2.

表 2 ADHD-HI 组与 ADHD-C 组 IVA-CPT 的测验结果($\bar{X} \pm s$)

变量	ADHD-HI 组	ADHD-C 组
综合控制商(FRCQ)	67.97±12.37	61.65±18.65
综合注意商(FAQ)	94.25±9.52	61.82±12.73
听觉控制商(ACQ)	71.61±13.89	58.88±24.64
视觉控制商(VCQ)	72.64±15.25	57.15±23.50
听觉注意商(AAQ)	98.03±11.13	66.85±17.22
视觉注意商(VAQ)	91.00±10.70	61.73±18.18

变量	t	P
综合控制商(FRCQ)	2.938	0.005
综合注意商(FAQ)	12.046	<0.001
听觉控制商(ACQ)	2.673	0.009
视觉控制商(VCQ)	3.274	0.002
听觉注意商(AAQ)	9.008	<0.001
视觉注意商(VAQ)	8.235	<0.001

注: 两组比较均经独立样本 t 检验, $P<0.05$.

由表 3 和表 4 数据可见, 在控制力商数上, 两组的听觉与视觉得分差异均无统计学意义($P>0.05$). 在注意力商数上, ADHD-HI 组听觉得分高于视觉得分, 且差异有统计学意义($P<0.05$); ADHD-C 组听觉与视觉得分差异无统计学意义($P>0.05$).

表 3 ADHD-HI 儿童注意力特征比较

类别	听觉	视觉
控制力商	71.61±13.89	72.64±15.25
注意力商	98.03±11.13	91.00±10.70

类别	t	P
控制力商	-0.299	0.766
注意力商	2.731	0.008

注: 两组比较均经独立样本 t 检验, 表 4~表 5 同.

表 4 ADHD-C 儿童注意力特征比较

类别	听觉	视觉
控制力商	58.88±24.64	57.15±23.50
注意力商	66.85±17.22	61.73±18.18

类别	t	P
控制力商	0.291	1.175
注意力商	0.772	0.244

2.2 两组亚型 ADHD 儿童 VFT 期间额颞叶血流动力学特征

ADHD-C 组左右颞叶积分值($t=3.252$, $P=0.002$)低于 ADHD-HI 组,前额及左右颞叶积分值和前额及左右颞叶重心值比较差异在两组之间无统计学意义($P>0.05$).经协方差校正性别、年龄因素发现,左右颞叶积分值($F=5.005$, $P=0.003$)两组间差异有统计学意义,相应数据见表 5.

表 5 ADHD-HI 组与 ADHD-C 组受试者前额及左右颞叶积分值、重心值

组别	n	前额积分值/ (mmol·mm)	前额重心值/s
ADHD-HI 组	36	61.65±111.89	62.37±20.43
ADHD-C 组	33	33.97±82.61	64.75±25.03

组别	左右颞叶积分值/ (mmol·mm)	左右颞叶重心值/s
ADHD-HI 组	80.53±84.20	54.24±18.33
ADHD-C 组	21.32±64.77	63.41±26.75

2.3 VFT 下大脑激活特征与注意力特征相关性分析结果

ADHD 两组亚型儿童在 VFT 下,左右颞叶的积分值与综合注意商($r_s=0.428$, $P<0.05$)、听觉注意商($r_s=0.468$, $P<0.05$)、视觉注意商($r_s=0.368$, $P<0.05$)呈显著正相关,其余变量间的相关性均无统计学意义($P>0.05$).相关数据见表 6.

表 6 IVA-CPT 测试成绩与血流动力学特征的相关分析(r_s 值)

变量	前额积分	左右颞叶积分
综合控制商(FRCQ)	0.032	0.084
综合注意商(FAQ)	-0.031	0.428*
听觉控制商(ACQ)	-0.076	0.195
视觉控制商(VCQ)	0.045	0.016
听觉注意商(AAQ)	-0.053	0.468*
视觉注意商(VAQ)	0.034	0.368*

注: * $P<0.05$.

3 讨论

IVA-CPT 测试可将 ADHD 儿童核心症状进行量化,是辅助诊断 ADHD 的一种客观检查方法. ADHD 的临床特征主要为注意力分散、多动、冲动

控制力差,存在 3 种亚型.既往研究发现不同亚型 ADHD 儿童不仅在临床特征、共患病、智力结构上不同,而且在治疗效果和预后上也不同^[11-13].研究表明,不同亚型 ADHD 患者的额叶功能损害、执行功能损害的特征及机制存在差异^[14]. IVA-CPT 对听觉和视觉通道进行评价时,可综合评估受试者注意力和执行能力水平,已有研究显示 IVA-CPT 测试不仅有较高的诊断价值,还能更进一步区分出 ADHD 的类型^[15].本文在研究 IVA-CPT 任务中,比较了 ADHD-HI 及 ADHD-C 两组亚型患儿听觉及视觉的 IVA-CPT 商数,发现 ADHD-HI 型儿童注意力受损上视觉重于听觉,说明在大脑反应能力上听觉优于视觉;而 ADHD-C 型在视觉和听觉反应上则没有明显区别.两组比较结果表明,在综合注意受损方面,ADHD-C 型相较 ADHD-HI 型更重,且在听觉及视觉注意维度受损也较 ADHD-HI 型重.既往有研究发现,ADHD-C 型在注意受损方面最严重,分析其主要原因可能与不同亚型 ADHD 儿童注意受损的不同机制有关^[16-17].也有研究认为 ADHD 儿童的多动冲动与纹状体结构及功能连接损害相关^[18].同时有研究发现 ADHD 患者的注意缺陷与丘脑体积和功能连接异常相关^[19]. ADHD-C 型的儿童既有多动冲动症状又有注意缺陷障碍,可能是 ADHD-C 型注意受损较为严重的原因.因此,ADHD-HI 及 ADHD-C 亚型患儿在视觉和听觉注意力特征性功能受损的程度是不同的.

ADHD 患儿对于经典的神经影像学(如 fMRI)检查依从性差、接受度低,于是诸多研究开始使用 fNIRS 来检测 ADHD 执行功能的脑功能变化^[20],且目前研究结果证明了 fNIRS 作为 ADHD 儿童早期诊断监测工具的潜力^[21].已有研究发现 VFT 可以唤起大脑血流动力学反应^[22],本研究也同样观察了 ADHD-HI 及 ADHD-C 亚型儿童在 VFT 时的脑血流动力学反应特征,发现经年龄、性别因素校正后,ADHD-C 型儿童 VFT 期间的左右颞叶积分值低于 ADHD-HI 型,提示 ADHD-C 型儿童左右颞叶的平均 oxy-Hb 浓度可能低于 ADHD-HI 型.有研究发现 ADHD 患者核心症状的注意缺陷与前扣带回、背外侧前额叶等有关,而多动冲动则与颞叶、眶额叶皮层等有关.前额叶是重要的控制认知过程的区域,在知觉、能动性、持续行为、语言和执行功

能等方面均发挥重要作用^[23]。颞叶与语言理解、听觉、记忆、精神等功能相关,国内学者报道静息态 fMRI 下的 ADHD 儿童颞中回自发性活动减弱^[24],同样,国外有很多研究发现在不同神经心理任务(认知灵活性、反应抑制、记忆和注意力)中,ADHD 患儿前额叶皮层的激活程度也低于正常儿童^[25];此外,ADHD 儿童的颞叶皮质对面部情绪刺激的反应性也低于正常对照组。

国内肖婷等^[26]运用视空间工作记忆范式(包括观察任务、反应任务以及比较任务)及 fNIRS 来研究 ADHD 患儿的工作记忆,发现 ADHD-C 型儿童在执行反应任务时,左下侧前额叶含氧血红蛋白激活量较 ADHD-I 型低。兰红艳等^[27]基于 fNIRS 结果发现不同亚型 ADHD 患儿右侧前额叶皮质功能有差异,其中 ADHD-C 型患儿可能存在右侧前额叶皮质功能补偿。朱一可^[28]利用 fNIRS 对 ADHD 儿童的执行功能障碍(反应抑制功能及工作记忆功能)进行探索,研究发现 ADHD 患儿在执行反应抑制任务时,不同亚型 ADHD 儿童右侧额中回和额下回的激活均受损,其中 ADHD-I 型存在右侧中央前回和左侧颞中回激活受损,ADHD-C 型存在左侧颞中回激活受损,推测这两组亚型儿童左侧颞中回的激活减弱可能与抑制功能受损有关;在执行工作记忆任务时,ADHD-I 型存在右侧中央后回的激活受损,ADHD-C 型存在背外侧前额叶和右侧缘上回的激活受损,推测 ADHD-C 型前额叶的激活减弱可能与其工作记忆功能损害密切相关。本研究观察 ADHD-C 型儿童左右颞叶的血流动力学激活较弱,原因可能与 ADHD-C 型注意力受损较 ADHD-HI 型更严重有关。此外,本研究结果表明颞叶的平均 oxy-Hb 降低反映了不同亚型 ADHD 儿童的特异性脑功能,既有共同的部位,又有各自的特点。

本研究将两组亚型 ADHD 儿童前额叶及左右颞叶的氧浓度和血红蛋白浓度的变化与 IVA-CPT 测试的 6 个商数进行 Spearman 相关性分析,结果显示两型 ADHD 儿童在 VFT 期间左右颞叶的积分值与综合注意商数及听、视觉注意商数均呈正相关,即这两型 ADHD 儿童的注意力受损越重,左右颞叶的血流动力学激活程度越低。这些结果与既往研究结果相似,如朱一可^[28]研究结果显示 ADHD-

HI 型颞中回的激活增强与 IVA 多动商数呈正相关,不同亚型 ADHD 患儿的脑区激活增强与其核心症状和行为问题存在相关性,推测这些脑区的激活增强可能对 ADHD 的反应抑制缺陷起代偿作用;王苏文等^[29]通过磁共振成像(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)来研究 ADHD 儿童右侧颞顶叶交界区(right Temporo-Parietal Junction, rTPJ)与全脑的功能连接特征,发现 rTPJ 与全脑功能连接强度和注意缺陷评分及多动评分呈正相关,提示 rTPJ 与全脑功能连接强度的增强在一定程度上可能提高了注意力重定向的频率,从而提高了多动及注意缺陷评分。

综合的研究结果显示 ADHD-C 型和 ADHD-HI 型同时存在前额叶激活受损和左右颞叶的激活受损,两组患儿之间受损范围和受损程度存在明显差异,与 ADHD-HI 型相比而言,ADHD-C 型受损程度表现得更为严重。ADHD-C 和 ADHD-HI 型儿童左右颞叶的激活程度与核心症状存在较好的相关性,总体而言,左右颞叶激活受损特点可能是不同 ADHD 亚型儿童的神经病理基础。因此,颞叶的血流动力学激活减弱可能是 ADHD 儿童注意力症状的生物标志物。研究结果提示有必要深入探索不同亚型 ADHD 的发病机制,可以为针对性地干预、辅助诊断和治疗评估、方案制定等提供科学依据。

本研究尚有不足之处,主要在于纳入的 ADHD 患儿未能排除所有共患疾病,常见的如抽动障碍、对立违抗等对患儿近红外信号产生的影响。此外,两组亚型样本量较小,对于 ADHD 儿童脑血流动力学反应与临床相关症状及治疗反应关系的解释有一定局限性。因此,今后研究将进一步加大临床样本收集,扩大 ADHD-HI 组的样本量,结合 fMRI 等其他诊断手段更好地探索 ADHD 三种亚型脑血流动力学特征以及 ADHD 儿童脑血流动力学反应改变的病理生理学机制。

参考文献:

- [1] 李程. 儿童注意力缺陷多动障碍病因学研究进展[J]. 广东医学, 2016, 37(7):1087-1089.
- [2] 刘靖, 郑毅. 《中国注意缺陷多动障碍防治指南》第二版解读[J]. 中华精神科杂志, 2016, 49(3):132-135.

- [3] LLOYD F S, BLASI A, ELWELL C E. Illuminating the developing brain: the past, present and future of functional near infrared spectroscopy[J]. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2010, 34(3):269-284.
- [4] CUI X, BRAY S, BRYANT D M, et al. A quantitative comparison of NIRS and fMRI across multiple cognitive tasks[J]. *NeuroImage: Clinical*, 2011, 54(4):2808-2821.
- [5] 陈睿. fNIRS 神经反馈训练提升注意及抑制控制能力[D]. 重庆: 西南大学, 2019.
- [6] SHAW P, GILLIAM M, LIVERPOOL M, et al. Cortical development in typically developing children with symptoms of hyperactivity and impulsivity: support for a dimensional view of attention deficit hyperactivity disorder[J]. *The American Journal of Psychiatry*, 2011, 168(2):143-151.
- [7] GAILLARD W D, HERTZ-PANNIER L, MOTT S H, et al. Functional anatomy of cognitive development: FMRI of verbal fluency in children and adults[J]. *Neurology*, 2000, 54(1):180-185.
- [8] 白学军, 周蕊, 刘颖, 等. 中文音素言语流畅性任务的近红外脑功能成像研究[J]. *心理科学*, 2016, 39(3):520-526.
- [9] HENRY J D, CRAWFORD J R. Verbal fluency deficits in Parkinson's disease: a meta-analysis[J]. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2004, 10(4):1212-1222.
- [10] MARTIN A, WIGGS C L, LALONDE F, et al. Word retrieval to letter and semantic cues: a double dissociation in normal subjects using interference tasks[J]. *Neuropsychologia*, 1994, 32(12):1487-1494.
- [11] 陈艳, 陆海萍, 巫瑛, 等. 不同类型儿童注意缺陷多动障碍临床特点分析[J]. *中国妇幼保健研究*, 2016, 27(5):558-559, 563.
- [12] 陈言钊, 文飞球, 周克英, 等. 不同亚型注意力缺陷多动障碍患儿的临床特征分析[J]. *中国当代儿科杂志*, 2010, 12(9):704-708.
- [13] 杜文冉, 崔立华, 王平, 等. 脑电生物反馈和利他林治疗不同亚型注意缺陷多动障碍儿童效果比较[J]. *实用医学杂志*, 2014, 30(16):2645-2647.
- [14] 武丽杰. 不同亚型 ADHD 儿童流行病学现状及脑反应抑制机制研究[C]//黑龙江省社会科学界联合会. 繁荣学术·服务龙江——黑龙江省第二届社会科学学术年会优秀论文集(上册). 哈尔滨: 黑龙江大学出版社, 2010: 13-18.
- [15] 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.
- [16] 马岭, 蔡婧, 任艳玲, 等. 不同亚型注意缺陷多动障碍儿童的智力结构与注意特征研究[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2014, 23(5):416-419.
- [17] KOOISTRAAB L, CRAWFORD B S, GIBBARDAC B, et al. Comparing attentional networks in fetal alcohol spectrum disorder and the inattentive and combined subtypes of attention deficit hyperactivity disorder[J]. *Developmental Neuropsychology*, 2011, 36(5):566-577.
- [18] 郭润蒲, 杜亚松. 注意缺陷多动障碍相关脑网络结构及功能磁共振研究进展[J]. *中国神经精神疾病杂志*, 2016, 42(9):556-559.
- [19] LI X B, SROUBEK A, KELLY M S, et al. Atypical pulvinar-cortical pathways during sustained attention performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 2012, 51(11):1197-1207.
- [20] GOSSÉ L K, BELL S W, HADI H S M, et al. Functional near-infrared spectroscopy in developmental psychiatry: a review of attention deficit hyperactivity disorder[J]. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 2022, 272(2):273-290.
- [21] MONDEN Y, DAN I, NAGASHIMA M, et al. Individual classification of ADHD children by right prefrontal hemodynamic responses during a go/no-go task as assessed by fNIRS[J]. *Neuroimage: Clinical*, 2015, 9:1-12.
- [22] HUSAIN S F, TANG T B, YU R J, et al. Cortical haemodynamic response measured by functional near infrared spectroscopy during a verbal fluency task in patients with major depression and borderline personality disorder[J]. *EBioMedicine*, 2020, 51:102586.
- [23] CASTELLANOS F X, SONUGA-BARKE E J S, MILHAM M P, et al. Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction[J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2006, 10(3):117-123.
- [24] 曹阳, 杜亚松, 江文庆, 等. 注意缺陷多动障碍患儿静息态功能磁共振百分率振幅和度中心性研究[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2020, 29(12):1080-1086.
- [25] MAURI M, NOBILE M, BELLINA M, et al. Light up

- ADHD: I. Cortical hemodynamic responses measured by functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS)[J]. *Journal of Affective Disorders*, 2018, 234:358-364.
- [26] 肖婷, 柯晓燕, 苏艳丽, 等. 注意缺陷多动障碍儿童工作记忆功能的脑近红外成像研究[J]. *中国实用儿科杂志*, 2010, 25(12):924-927.
- [27] 兰红艳, 吴丹, 汪秀莲, 等. 基于近红外光谱的注意缺陷多动障碍患儿前额叶皮质功能研究[J]. *中国儿童保健杂志*, 2021, 29(2):134-137.
- [28] 朱一可. 不同亚型 ADHD 儿童反应抑制功能和工作记忆功能的功能近红外脑成像研究[D]. 北京: 首都儿科研究所, 2021.
- [29] 王苏文, 邢伟, 陈杰, 等. 注意缺陷多动障碍儿童的右侧颞顶叶联合部全脑功能连接特征[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2015, 24(10):900-903.

Research on cerebral hemodynamic response under verbal fluency task in two subtypes of ADHD children

HUA Jiuzhou^{1,2}, ZHANG Jie², CHENG Fang²

(1.Health Science Center, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2.Kangning Hospital of Ningbo City, Ningbo 315201, China)

Abstract: To investigate the characteristics and differences of cerebral hemodynamic responses in two subtypes of attention deficit and hyperactivity disorder (ADHD) children, combined subtype (ADHD-C) and hyperactive-impulsiveness subtype (ADHD-HI) under verbal fluency tasks (VFT) was used. Children with ADHD were divided into ADHD-C group ($n=33$) and ADHD-HI group ($n=36$) by integrated visual and audio continuous performance test (IVA-CPT). Characteristics of hemodynamic response in the prefrontal cortex and bilateral temporal lobes during VFT were measured by functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). Their integral values and barycenter values were calculated. In terms of attention quotient, the attention quotient score of ADHD-C group was significantly lower than that of ADHD-HI group ($P<0.05$). Visual scores of all ADHD children were significantly lower than auditory scores ($P<0.05$). Integral values of the temporal lobes of ADHD-C type children were significantly lower than that of ADHD-HI type children under VFT test ($P<0.05$). When two subtypes of ADHD children were under VFT, integral value of temporal lobes was positively correlated with full-scale attention quotient, auditory attention quotient and visual attention quotient ($P<0.01$). The results demonstrated that the more impaired attention in both ADHD-C and ADHD-HI subtypes is accompanied with the lower hemodynamic activation in the temporal lobes during the VET.

Key words: attention deficit hyperactivity disorder; subtype; attention characteristics; speech fluency tasks; functional near-infrared spectroscopy

(责任编辑 章践立)