

桥脑扩散内生型胶质瘤行为抑制减低患儿静息态功能 MRI

程旭, 高培毅

【摘要】目的:应用静息态功能磁共振成像(rs-fMRI)探讨桥脑扩散内生型胶质瘤(DIPG)行为抑制减低患儿静息态局部一致性变化情况。**方法:**对16例DIPG患儿(行为抑制减低组7例,无明显行为抑制减低组9例)和5例年龄、性别及教育程度相匹配的健康志愿者行rs-fMRI,每组分别进行局部一致性(ReHo)分析,运用单因素方差(ANOVA)分析及双样本 t 检验分别比较3组间及DIPG两组间大脑活动的变化,并对差异脑区的ReHo值与Achenbach儿童行为量表(CBCL)评分进行相关性分析。**结果:**三组儿童在涉及抑制控制相关脑区上出现了局部活动的显著异常[$P < 0.05$,多重比较(AlphaSim)联合簇 > 89 个体素],3组相比ReHo值升高的脑区有双侧眶部额中回、左侧梭状回、左侧枕中回、左侧枕上回、右侧缘上回、左侧辅助运动区及双侧罗兰迪克岛盖(bilateral Rolandic operculum)。DIPG两组间,行为抑制减低组ReHo值降低的脑区包括右额上回内侧、右侧缘上回[$P < 0.05$,多重比较(AlphaSim)联合簇 > 89 个体素]。DIPG组(行为抑制减低组及无行为抑制减低组)中双侧额中回、右额上回内侧、左侧梭状回的ReHo值与CBCL量表评分无显著相关($P > 0.05$),右侧缘上回的ReHo值与CBCL量表评分呈显著正相关(行为抑制减低组 $r = 0.950, P = 0.001$;无行为抑制减低组 $r = 0.709, P = 0.033$)。**结论:**DIPG行为抑制减低患儿出现了与抑制控制相关的脑区功能活动异常,可能由于相关脑区的“低能”、“低效”表现。本研究为脑干病变在脑功能方面的研究开辟了新思路。

【关键词】 桥脑胶质瘤;行为支配;磁共振成像

【中图分类号】 R395; R730.264; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)06-0587-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.06.010

Children with diffuse intrinsic pontine glioma: a resting-state functional MRI study CHENG Xu, GAO Pei-yi, Department of Radiology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University/Beijing Neurosurgical Institute, Beijing 100050, China

【Abstract】 Objective: To investigate regional homogeneity (ReHo) of brains in children with diffuse intrinsic pontine glioma (DIPG) using resting-state functional MRI (rs-fMRI). **Methods:** Totally sixteen participants with DIPG took part in the study, including seven children with deficit in behavioral inhibition while the other nine without deficit in behavioral inhibition. Five healthy children with age, gender and education matched to the study group also participated as the control group. These three groups underwent rs-fMRI and the results were then converted to the regional homogeneity data. These ReHo data were further analyzed by single-factor analysis of variance comparing (ANOVA) among these three groups based on the whole brain levels. ReHo results were subjected to t -test of voxel wise comparison to derive the rs-fMRI brain function differences between the two DIPG groups. The correlation between ReHo values of abnormal regions found in these three groups and the scores obtained according to the Child Behavior Checklist were analyzed. **Results:** These three groups showed significant differences in terms of the ReHo results, with the ReHo increased in several brain regions ($P < 0.05$, corrected with AlphaSim, clusters > 89 voxels), which included bilateral orbital medial frontal gyrus, left fusiform gyrus, left middle occipital gyrus, left superior occipital gyrus, right supramarginal gyrus, left supplementary motor area and bilateral Rolandic operculum. These two groups with DIPG showed significant differences and the DIPG group with deficit in behavioral inhibition had ReHo decreased in several brain regions ($P < 0.05$, corrected with AlphaSim, clusters > 89 voxels), including right medial superior frontal gyrus and right supramarginal gyrus. Between the two groups with DIPG, ReHo values in the regions of bilateral orbital medial frontal gyrus, right medial superior frontal gyrus and left fusiform gyrus had no significant correlation with the CBCL scores ($P > 0.05$). Whereas the ReHo values of right supramarginal gyrus had a positive correlation with CBCL scores (group with deficit in behavioral inhibition, $r = 0.950, P = 0.001$; group without deficit in behavioral inhibition, $r = 0.709, P = 0.033$). **Conclusion:** DIPG children patients with deficit in behavioral inhibition have abnormal brain activity in several brain regions associated with inhibition control, and these regions can be thought of as "inefficient" or "inability". Furthermore, our findings may provide new insights into the brain function that involves the brain stem diseases.

【Key words】 Pontine glioma; Behavior control; Magnetic resonance imaging

作者单位:100050 北京,首都医科大学附属北京天坛医院放射科(程旭、高培毅);北京市神经外科研究所(高培毅)

作者简介:程旭(1990—),女,北京人,硕士研究生,住院医师,主要从事神经系统影像诊断和研究。

通讯作者:高培毅, E-mail: cjr_gaopeiyi@vip.163.com

基金项目:国家自然科学基金国际(地区)合作交流项目(81361120402);国家自然科学基金(81301193);北京市医院管理局临床医学发展专项经费资助(XMLX201508)

脑干胶质瘤占儿童期所有中枢神经系统肿瘤的 10%~20%^[1],其中以扩散内生型脑干胶质瘤(多位于桥脑)最常见,其预后较差^[2]。近年来脑的功能研究达到了一定高度。静息状态下的脑功能活动是目前功能磁共振成像研究的热点之一,静息态功能磁共振成像(resting state functional MRI, rs-fMRI)是一种利用血氧水平依赖信号变化进行成像的技术,而其中的局部一致性(regional homogeneity, ReHo)研究方法是一种研究脑区自发神经活动一致性的影像数据处理方法^[3]。

临床观察发现部分 DIPG 患儿出现行为抑制减低的表现,具体为:①冲动;②不能延迟满足,当要求无法及时得到满足时,出现暴躁、甚至攻击性行为;③注意力不集中。总而言之,表现为行为抑制不足及注意缺陷,其核心为执行功能的缺陷^[4-6]。目前可应用 Achenbach 儿童行为量表(Child Behavior Checklist, CBCL)筛查儿童行为问题^[7]。但并非所有 DIPG 患儿均表现出这种执行功能的缺陷,又由于脑干生理解剖的特殊,限制了 fMRI 对它的相关研究,目前针对 DIPG 患儿行为抑制减低的脑功能方面研究未曾报道。本研究将采用 rs-fMRI 的 ReHo 研究方法来探讨 DIPG 行为抑制减低患儿的脑功能活动变化,并推测其可能发生的机制,为脑干病变在脑功能方面的研究开辟新思路。

材料与方法

1. 临床资料

搜集 2014 年 4 月—2016 年 8 月本院神经外科门诊初次就诊、未经治疗的 16 例 DIPG 患儿,男 10 例,女 6 例,平均年龄为 7.81 岁,平均受教育年限 4.75 年。此外,招募 5 例健康儿童作为对照,男 1 例,女 4 例,平均年龄 8.80 岁,平均受教育年限 5.80 年。

DIPG 组纳入标准:①MRI 图像显示脑桥扩散内生型胶质瘤,初次就诊、未经治疗,其中部分病例具有病理证实,胶质瘤级别 WHO II~IV 级不等;②年龄 4~14 周岁;③右利手;④获得知情同意书,自愿参加实验、依从性好;⑤智力正常;⑥未经过正规心理治疗及精神专科药物治疗。排除标准:①既往行手术、放化疗;②有神经疾病病史;③有精神障碍病史、癫痫病史或相关家族史;④既往脑外伤史;⑤有精神活性药物依赖史;⑥明显智力障碍者;⑦临床判定或 MRI-T₂WI 像显示颅内其他疾病者;⑧患儿不能或不愿配合功能 MR 检查。对照组儿童均智力正常、右利手,排除标准同 DIPG 组。最终符合入组条件并同意参加本实验的患儿共 16 名,对照组 5 名。所有受试者均由专人讲解说明、家长填写 CBCL 进行统一评分。本研究经本院

伦理委员会批准,并获得所有受试者知情同意并签署知情同意书。

2. MRI 数据采集

采用 Siemens Verio 3.0T 磁共振成像仪。被试者均安静平卧、闭眼、不做任何动作或睡眠,使用 3M 降噪耳塞降低噪音,并用记忆海绵头部固定。rs-fMRI 扫描采用单次激发回波平面(echo planar imaging, EPI)轴面成像。扫描参数:TR 2500 ms, TE 30 ms, flip angle 90°,视野 240 mm×240 mm,矩阵 64×64,体素 3 mm×3 mm×3 mm,层厚 3.5 mm,层数 41,采集 250 时间点。液体衰减反转恢复(FLAIR)序列,TR 8000.00 ms, TE 94.00 ms,层厚 5.0 mm, TI 2500.00 ms,视野 220.0 mm×220.0 mm。

3. 数据处理

在 Matlab R2011a 平台上使用静息态 fMRI 数据处理助手(DPARSFA)v2.2 将原始数据进行预处理,主要步骤包括格式转换(将 DICOM 格式转换为 NIFTI 格式)、剔除前 10 个时间点、时间层校正(Slice Timing)、头动校正(Realign),剔除头动平移>3 mm 和(或)转动>3°的数据,基于功能像(EPI)进行配准并空间标准化(Normalise)、低频滤波(Filter, 0.01~0.08 Hz)、去线性漂移(Detrend)、去除协变量(头动参数、白质和脑脊液信号),在全脑计算每个体素与其周围的 26 个体素的肯德尔和谐系数(Kendall's coefficient of concordance, KCC),获得全脑的局部一致性(ReHo)图。将每个体素的 ReHo 值除以全脑的 ReHo 均值,计算 ReHo 值,最后进行空间平滑(Smooth),使用 8 mm×8 mm×8 mm 半高全宽(full width at half maximum, FWHM)。

肿瘤体积的测定:两名影像科诊断医师分别独立使用 MRICroN 软件,手动勾画 DIPG 两组于 FLAIR 序列上的肿瘤体积,两名医师测得肿瘤体积平均值。

4. 统计学方法

使用统计软件 SPSS 17.0 对受试者一般临床资料进行统计学分析。通过方差分析(ANOVA)的方法比较 3 组间的年龄、受教育年限及瞬时头动, DIPG 两组间用独立样本 *t* 检验比较肿瘤体积(符合正态分布), 3 组间的性别统计分析采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验,均以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

采用 SPM 12([http://www. fil. ion. ucl. ac. uk/ spm/ software/ spm12/](http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm12/))对 3 组间差异行单因素方差分析(ANOVA)[$P<0.05$ 为差异有统计学意义,多重比较(AlphaSim)联合簇>89 个体素],把年龄、性别、受教育年限、肿瘤体积及瞬时头动作为协变量,然后对 DIPG 两组间进行双样本 *t* 检验[$P<0.05$ 为差异有统计学意义,多重比较(AlphaSim)联合簇>89 个体素]。

使用 REST 软件提取 3 组间显著差异性脑区的 ReHo 值,用统计软件 SPSS 17.0 分别分析 DIPG 两组的 ReHo 值与 CBCL 评分的 Pearson 相关性, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结果

1. 三组间一般临床资料比较

统计分析结果显示,三组受试者的年龄、教育年限、瞬时头动及性别构成的差异无统计学意义, DIPG 两组间肿瘤体积的差异无统计学意义(表 1)。

表 1 三组间一般临床资料比较

项目	年龄 F 值	教育 年限 F 值	瞬时 头动 F 值	性别 χ^2 值	DIPG 两组间 肿瘤体积 t 值
统计值	0.183	0.183	1.263	5.447	-1.721
P 值	0.835	0.835	0.307	0.090	0.108

注: $P < 0.05$, 差异有显著性。

2. ReHo 结果分析

三组受试者 ReHo 值升高有统计学意义的脑区包括双侧眶部额中回、左侧梭状回、左侧枕中回、左侧枕上回、右侧缘上回、左侧辅助运动区及双侧罗兰迪克岛盖(表 2, 图 1)。

表 2 三组间 ReHo 值差异(ReHo 值升高)有统计学意义的脑区

脑区	MNI 坐标(mm)			体素 (mm^3)	F 值
	X	Y	Z		
右侧眶部额中回	21	45	-21	206	12.07
左侧眶部额中回	-39	54	-6	135	13.20
侧梭状回	-30	-57	-3	2300	20.37
左侧枕中回	-42	-75	18	299	20.01
左侧枕上回	-21	-90	21	252	11.95
右侧缘上回	54	-42	33	214	13.64
左侧 SMA	-12	-6	54	295	15.04
右侧罗兰迪克岛盖	57	6	3	408	24.31
左侧罗兰迪克岛盖	-45	-12	18	117	9.80

注: $P < 0.05$ (未校正 $P < 0.01$), AlphaSim 校正, 联合簇 > 89 个体素。

DIPG 两组间行为抑制减低组在右额上回内侧、右侧缘上回的 ReHo 值降低(表 3, 图 2)。

表 3 DIPG 两组间行为抑制减低组 ReHo 值降低有统计学意义的脑区

脑区	MNI 坐标(mm)			体素 (mm^3)	t 值
	X	Y	Z		
右额上回内侧	3	42	33	685	-6.23
右侧缘上回	54	-24	33	174	-3.41

注: $P < 0.05$ (未校正 $P < 0.01$), AlphaSim 校正, 联合簇 > 89 个体素。

DIPG 两组患儿的 CBCL 评分平均值分别为 41.0 分(行为抑制减低组)、31.1 分(无行为抑制减低组)。相关性分析显示, DIPG 组(行为抑制减低组及无行为抑制减低组)中双侧额中回、右额上回内侧、左侧梭状回的 ReHo 值与 CBCL 量表评分无显著相关($P > 0.05$), 右侧缘上回的 ReHo 值与 CBCL 量表评分呈显著正相关(行为抑制减低组 $r = 0.950$, $P = 0.001$; 无

行为抑制减低组 $r = 0.709$, $P = 0.033$, 图 3、4)。

讨论

抑制控制是一种重要的执行控制功能, 通常指对优势反应或习惯行为的抑制^[8-10]。对抑制控制的测量主要有行为抑制和认知抑制, 其中行为抑制也称为反应抑制, 主要指抑制不适当的外显行为或反应, 比如抵抗诱惑、延迟满足、运动抑制和冲动控制; 认知抑制指抑制先前激活的认知内容或认知加工, 从意识中清除无关行为或无关的注意, 抵制那些来自于潜在注意加工或注意内容的干扰。行为抑制至少从两个方面反映了抑制控制的一般过程, 一方面行为抑制所涉及的高级认知活动在大脑中的组织原则与其他抑制过程相同, 另一方面是不同抑制过程涉及相同(如额叶-下丘脑环路)或部分相同的脑结构(如额下回)^[9]。

静息态 ReHo 是数据驱动方法, 能够评估设定的感兴趣点是否与邻近体素具有一致性。局部一致性增高表明局部神经元自发性脑活动的同步性增加^[11]。本组研究发现三组间在双侧眶部额中回的自发性脑活动增高, 而 DIPG 组中行为抑制减低组较无行为抑制减低组在右额上回内侧、右侧缘上回的自发性脑活动降低。右额上回内侧、双侧眶部额中回属于前额叶的部分, 前额叶与执行功能中的工作记忆相关^[3], 是执行功能的高级皮层, 而执行功能缺陷是本组 DIPG 行为抑制减低患儿的核心问题。据文献报道在注意缺陷多动障碍(attention-deficit hyperactivity disorder, ADHD)儿童中, 执行功能缺陷对其认知损伤也发挥了重要作用^[12]。本组行为抑制减低患儿的冲动、不能延迟满足、注意缺陷等表现与 ADHD 患儿有相似之处。Castellanos 及 Zelazo^[13-14]认为 ADHD 同时存在两种执行功能缺陷, 其中注意缺陷症状与背外侧前额叶(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC, 大体包括额上回和额中回)、前扣带回等结构基础的“冷”执行功能有关, 多动冲动症状与眶额叶皮层(orbitofrontal cortex, OFC)、颞叶等结构基础卷入情感、动机的“热”执行功能有关。此外, OFC 主要负责对当前环境线索做出合适的决策或行为反应, 并且根据外界线索或提示的变化及不确定信息做出估计, 从而调整行为、做出适当的情感反应。当 OFC 受损时, 个体会表现出决策受损、情绪调节及社会行为的异常, 如攻击、敌对行为等^[15-16]。Fassbender^[17-18]认为活动减低是“低能”的表现, 活动增加是“低效”的表现, 即在执行任务时需要额外的努力才能到达正常水平。右额上回内侧(属于 DLPFC)自发性脑活动的降低揭示了行为减低患儿静息状态下前额叶活动低下, 可能是执行注意网络“低能”表现, 而双侧眶部额中回(属于 OFC)自发性脑活

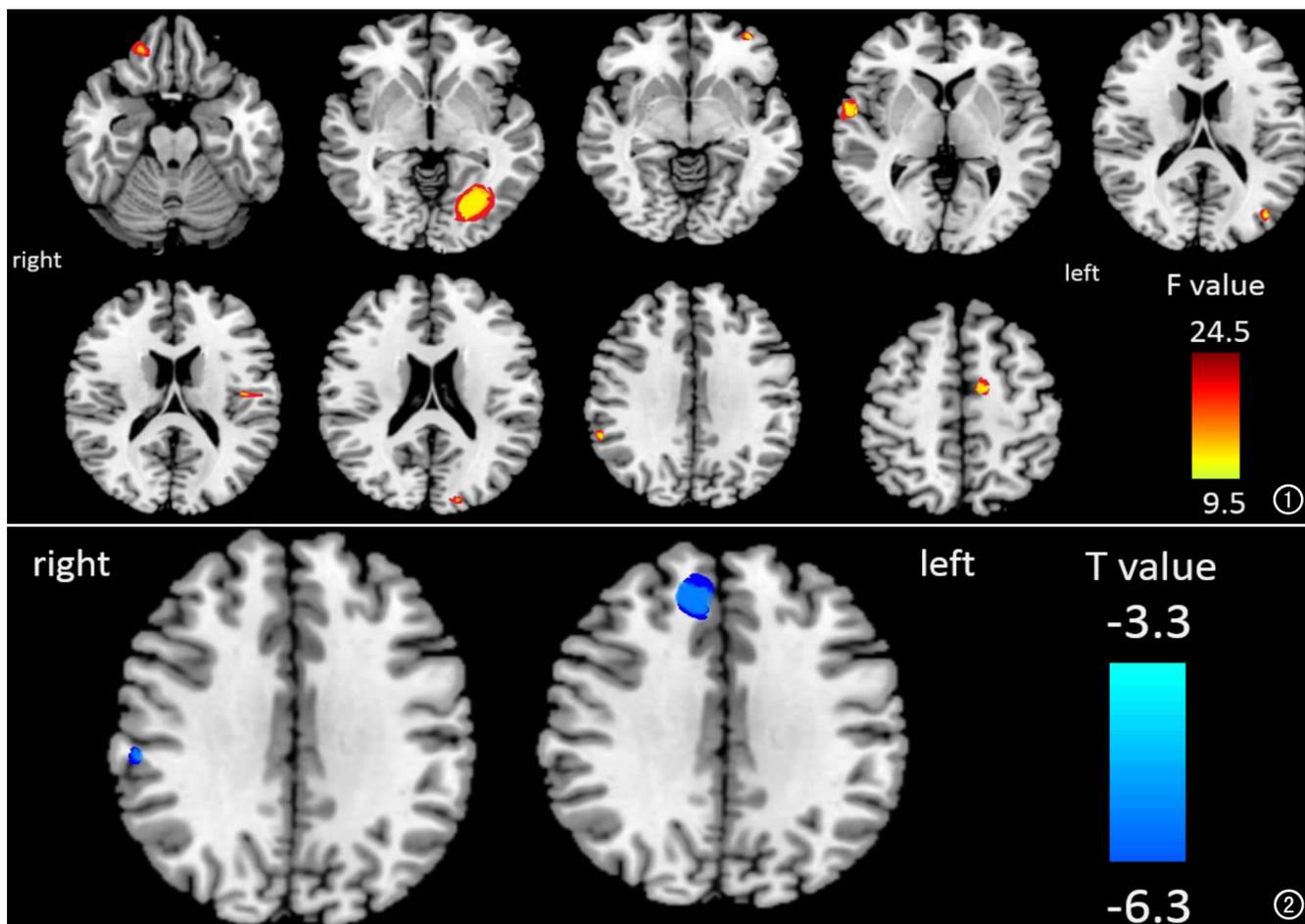


图1 全脑 ReHo 分析图,显示三组间 ReHo 值升高(红色)有统计学意义的脑区,活动升高区依次为右侧眶部额中回、左侧梭状回、左侧眶部额中回、右侧罗兰迪克岛盖、左侧枕中回、左侧罗兰迪克岛盖、左侧枕上回、右侧缘上回及左侧辅助运动区。图片使用 MRICroN 软件将活动增高脑区叠加到模板 ch2bet. nii 上产生。图2 全脑 ReHo 分析图,显示 DIPG 两组间,行为抑制减低组 ReHo 值降低(蓝色)有统计学意义的脑区,活动降低区依次为右侧缘上回、右侧额上回内侧。

动的升高,可能是冲动、不能延迟满足等抑制控制能力减低的“低效”表现(即需要额外的努力才能达到正常水平的抑制控制),抑或是 DLPFC 功能低下的代偿机制。根据资源分配失衡原理,DIPG 中行为抑制减低患儿在眶额叶静息状态的活动水平越高,在执行认知任务时活动水平就越低下,由此表现出的抑制低下等相关临床症状可能就越多。可见,静息态 fMRI 探测脑自发活动水平可以反映临床症状的情况。

与此同时,前额叶皮层与小脑、脑干等脑区存在广泛的纤维连接,存在前额叶-小脑环路,该环路在解剖结构上从额上回、额中回及直回发出,汇集后经内囊前肢及膝部到达丘脑,向下走行经对侧交叉到达脑干,最后经小脑上脚或小脑中脚到达小脑,此环路解剖结构受损可直接导致相应的神经认知改变,但具体机制还有待研究^[19]。

本组患儿中,三组间差异在左侧枕中回、左侧枕上回及左侧梭状回出现 ReHo 值升高,说明枕叶皮层及梭状回自发性脑活动增加。枕叶皮层负责视觉信息的

加工,也参与了记忆和运动等认知功能,注意的维持、抑制无关刺激有关^[20]。而不能抑制无关的刺激、注意缺陷正是本组 DIPG 行为抑制减低患儿的主要问题。研究还表明视觉皮层与情绪活动有关,激发情感活动时较在自然状态下能诱发视觉皮层出现更多的信号升高区。因此如果被试者在实验过程中想象某些场景或图像,抑或激发了情感活动,都可导致枕叶的激活^[21]。此外,DIPG 可以引起双侧展神经麻痹,患者会出现眼球外展受限,从而造成复视、视野缺损等症状,因此猜想枕叶皮层活动增加可能是对这种视力缺损的代偿机制。枕中回与梭状回紧密相邻是视觉区域的重要组成部分,接受和参与基本视觉处理,这些视觉处理过程可以被注意等因素调控^[7,22]。也有研究显示行为抑制的成功与主要视觉皮质区更高的激活有关^[23]。无关刺激不能得到有效抑制,即“低效”表现,则视觉皮层和梭状回需要额外的努力(即活动增加)才能达到正常水平的抑制控制。

此外,本研究还发现三组间差异在左侧辅助运动

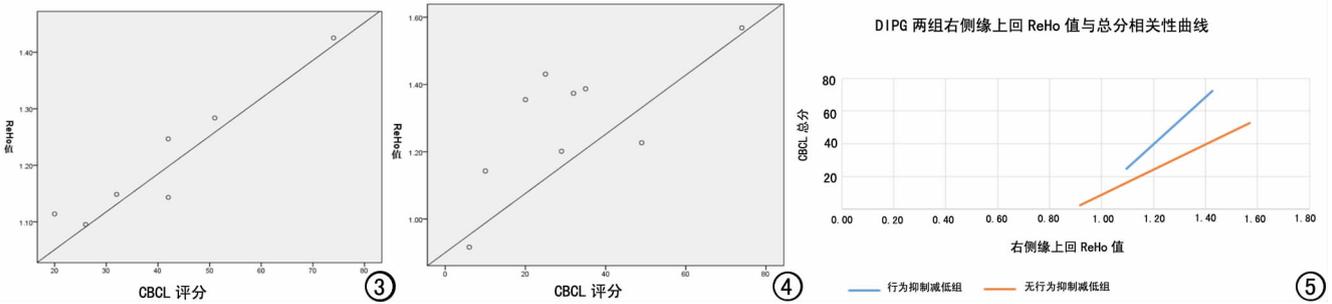


图3 DIPG行为抑制减低组右侧缘上回的ReHo值与CBCL量表评分相关性的散点图。图4 DIPG无行为抑制减低组右侧缘上回的ReHo值与CBCL量表评分相关性的散点图。图5 DIPG两组右侧缘上回的ReHo值与总分相关性曲线。

区(supplementary motor area, SMA)的ReHo值升高。SMA和前辅助运动区(pre-supplementary motor area, pre-SMA)均属于辅助运动复合体(supplementary motor complex, SMC),这个负责运动的皮层活动增加,可能与颅内肿瘤患者的运动功能可以被代偿与重建相关^[24]。研究表明 SMC 主要负责运动的认知控制^[25],其中的 pre-SMA 和选择抑制不适当的行为相关^[26],而 Chambers^[27]研究也提示 pre-SMA 是反映抑制环路的一个重要部分。虽然 SMA 和 pre-SMA 均属于 SMC,但二者在序列运动执行过程中发挥着相似但又略有差异的功能,SMA 活动的增加是否与抑制环路相关仍有待研究。

三组间差异在双侧罗兰迪克岛盖区及右侧缘上回也发现了活动增加。罗兰迪克岛盖区位于前额叶,可能受前额叶自发性功能活动变化的影响。缘上回位于顶叶联合区,主要汇集了顶、颞和枕叶的纤维束,是躯体运动、视觉和听觉的综合运动区,缘上回自发性功能的变化,可能是多功能区域共同合作、协调的结果。

本研究采用 rs-fMRI 的局部一致性研究,发现 DIPG 行为抑制减低患儿在与抑制控制相关的脑区功能活动出现异常,并探讨可能是由于抑制控制相关脑区的“低能”、“低效”表现。为脑干病变在脑功能方面的研究开辟了新思路。但本研究尚有一定局限性:由于儿童是个特殊群体,且头动问题多于成人,因此研究初期剔除了大量头动过大的被试者,造成样本量小,可能会影响对脑功能成像的结果以及对结果的解读;其次,本研究涉及了多个层面的神经心理问题,单从局部一致性一个角度不足以完全阐释其中的机制。因此,对 DIPG 造成行为抑制减低的深层次原因探讨仍需进一步、大样本的研究。

参考文献:

[1] Recinos PF, Sciubba DM, Jallo GI. Brainstem tumors: where are we today? [J]. *Pediatr Neurosurg*, 2007, 43(3):192-201.

[2] 金彪,高煜,冯赞,等.儿童脑干胶质瘤的MRI诊断[J].放射学实践,2000,15(3):193-194.

[3] 张会平,冉淑华,黎海涛,等.广泛性焦虑症静息态功能fMRI的局

部一致性研究[J].放射学实践,2014,29(12):1387-1391.

[4] 杨苏勇,黄宇霞,张慧君,等.情绪影响行为抑制的脑机制[J].心理科学进展,2010,18(4):605-615.

[5] 江文庆.破坏性行为障碍儿童青少年执行功能的研究进展[J].中国儿童保健杂志,2012,20(1):45-48.

[6] Barkley RA. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD[J]. *Psychol Bull*, 1997, 121(1):65-94.

[7] Althoff RR, Kony-Slock AV, Verhulst FC, et al. Classes of oppositional-defiant behavior: concurrent and predictive validity[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2014, 55(10):1162-1171.

[8] Chantiluke K, Barrett N, Giampietro V, et al. Inverse fluoxetine effects on inhibitory brain activation in non-comorbid boys with ADHD and with ASD[J]. *Psychopharmacology (Berl)*, 2015, 232(12):2071-2082.

[9] Goghari VM, MacDonald AW. The neural basis of cognitive control: response selection and inhibition[J]. *Brain Cogn*, 2009, 71(2):72-83.

[10] Logan GD, Van Zandt T, Verbruggen F, et al. On the ability to inhibit thought and action: general and special theories of an act of control[J]. *Psychol Rev*, 2014, 121(1):66-95.

[11] Zang Y, Jiang T, Lu Y, et al. Regional homogeneity approach to fMRI data analysis[J]. *Neuroimage*, 2004, 22(1):394-400.

[12] Halperin JM, Healey DM. The influences of environmental enrichment, cognitive enhancement, and physical exercise on brain development: can we alter the developmental trajectory of ADHD? [J]. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2011, 35(3):621-634.

[13] Castellanos FX, Sonuga-Barke EJ, Milham Me, et al. Characterizing cognition in ADHD: beyond executive dysfunction [J]. *Trends in Cognitive Sciences*, 2006, 10(3):117-124.

[14] Johnson AC. Developmental pathways to attention-deficit/hyperactivity disorder and disruptive behavior disorders: investigating the impact of the stress response on executive functioning[J]. *Clin Psychol Rev*, 2015, 36(1):1-12.

[15] 蒋雅丽,张积标,石湖清,等.破坏性行为障碍脑成像研究进展[J].中华神经外科杂志,2014,23(12):1135-1137.

[16] Wetterling F, McCarthy H, Tozzi L, et al. Impaired reward processing in the human prefrontal cortex distinguishes between persistent and remittent attention deficit hyperactivity disorder [J]. *Hum Brain Mapp*, 2015, 36(11):4648-4663.

[17] Li F, He N, Li Y, et al. Intrinsic brain abnormalities in attention

- deficit hyperactivity disorder: a resting-state functional MR imaging study[J]. Radiology, 2014, 272(2): 514-523.
- [18] Fassbender C, Schweitzer JB. Is there evidence for neural compensation in attention deficit hyperactivity disorder? A review of the functional neuroimaging literature [J]. Clin Psychol Rev, 2006, 26(4): 445-465.
- [19] Soelva V, Hernáiz Driever P, Abbushi A, et al. Fronto-cerebellar fiber tractography in pediatric patients following posterior fossa tumor surgery[J]. Childs Nerv Syst, 2013, 29(4): 597-607.
- [20] Wang JZ, Jiang TZ, Cao QJ, et al. Characterizing anatomical differences in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder the use of deformation-based morphometry[J]. AJNR, 2007, 28(3): 543-547.
- [21] 李洁巍, 张云亭. 刺激穴位激活语言皮质的 fMRI 研究[J]. 临床放射学杂志, 2005, 24(12): 1038-1043.
- [22] Haldane M, Cunningham G, Androutsos C, et al. Structural brain correlates of response inhibition in Bipolar disorder I[J]. J Psychopharmacol, 2008, 22(2): 138-143.
- [23] Li CS, Huang C, Constable RT, et al. Imaging response inhibition in a stop-signal task: neural correlates independent of signal monitoring and post-response processing [J]. J Neurosci, 2006, 26(1): 186-192.
- [24] Otten ML, Mikell CB, Youngerman BE, et al. Motor deficits correlate with resting state motor network connectivity in patients with brain tumours[J]. Brain, 2012, 135(Pt 4): 1017-1026.
- [25] 卢钦钦, 代淑芬, 顾凯, 等. 皮层运动区和皮层下运动区在运动的认知控制中的作用[J]. 心理科学进展, 2012, 20(11): 1794-1802.
- [26] Mostofsky SH, Simmonds DJ. Response inhibition and response selection: two sides of the same coin[J]. J Cogn Neurosci, 2008, 20(5): 751-761.
- [27] Chambers CD, Garavan H, Bellgrove MA. Insights into the neural basis of response inhibition from cognitive and clinical neuroscience[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2009, 33(5): 631-646.

(收稿日期: 2016-08-09 修回日期: 2017-01-19)

《放射学实践》杂志微信公众平台开通啦!

2015 年 6 月,《放射学实践》杂志入选北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。这是继 1999, 2008 年之后的第 3 次入选临床医学/特种医学类核心期刊。

《放射学实践》杂志微信公众平台立足于准确地传递医学影像领域的最新信息,为关注医学影像领域的广大人士服务,也欢迎大家通过微信平台,以文字、图片、音频和视频等形式与我们互动,分享交流最新的医学影像资讯。您还可以通过微信平台免费阅读及搜索本刊所有发表过的论文,投稿作者可以查询稿件状态等。

您可以通过以下方式关注《放射学实践》杂志微信公众平台:

1. 打开微信,通过“添加朋友”,在搜索栏里直接输入“放射学实践”进行搜索。
2. 或者在“查找微信公众号”栏里,输入“放射学实践”,即可找到微信公众号,点击“关注”,添加到通讯录。
3. 打开微信,点击“扫一扫”,将手机镜头对准下面的二维码,扫出后点击关注即可。



期待您的加入!