

· 临床研究 ·

功能性磁共振与弥散张量成像对高压氧治疗视觉通路异常疗效的评价

陈自谦 倪萍 叶友强 肖慧 钱根年 许尚文 王锦良 杨熙章 陈锦华

【摘要】目的 探讨联合应用血氧水平依赖功能性磁共振成像(BOLD-fMRI)和弥散张量成像(DTI)技术评价高压氧治疗视觉障碍的疗效。方法 选取视通路异常患者 16 例为研究组,采用高压氧治疗,并于高压氧治疗前、后行视觉 BOLD-fMRI 和全脑 DTI 检查,选取性别、年龄与研究组大致匹配的正常视力健康志愿者 12 例为对照组,行视觉 BOLD-fMRI 和全脑 DTI 检查,并与研究组的视觉 BOLD-fMRI 和 DTI 结果进行比较。结果 研究组治疗前的被试视觉 BOLD-fMRI 视皮质激活体素、视放射各向异性值(FA 值)与对照组比较差异有统计学意义($P < 0.01$);研究组高压氧治疗后视觉 BOLD-fMRI 视皮质激活体素、视放射各向异性值(FA 值)与对照组结果比较差异无统计学意义($P > 0.05$),与治疗前比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 血氧水平依赖功能磁共振成像联合弥散张量成像能从解剖功能学角度量化研究视通路病变视觉异常的高压氧治疗效果,是视觉脑功能康复疗效评价的可靠手段,有重大临床应用价值。

【关键词】视觉; 功能性磁共振成像; 弥散张量成像; 高压氧

The rehabilitating effect of hyperbaric oxygen on visual pathway lesions CHEN Zi-qian*, NI Ping, YE You-qiang, XIAO Hui, QIAN Geng-nian, XU Shang-wen, WANG Jing-liang, YANG Xi-zhang, CHEN Ji-hua. * Center for Medical imaging, Fuzhou General Hospital of the Nanjing Military Command, Fuzhou 350025, China

【Abstract】Objective To evaluate the rehabilitating effect of hyperbaric oxygen on visual pathway lesions with blood oxygen level dependent functional magnetic resonance imaging (BOLD-fMRI) and diffusion tensor imaging (DTI). Methods Sixteen patients with visual pathway lesions (the study group) and twelve healthy volunteers (the control group) were assessed using BOLD-fMRI and DTI. After hyperbaric oxygen therapy, the patients in the study group were again assessed using BOLD-fMRI and DTI. The activated regions of the BOLD-fMRI scan and the fractional anisotropy (FA) value determined from the DTI were calculated. Results Before hyperbaric oxygen treatment, there were significant differences between control and study groups in their BOLD-fMRI activated regions and the FA values of their radiation optica ($P \leq 0.01$). After hyperbaric oxygen treatment, there were no significant differences. Conclusion Combining BOLD-fMRI with DTI could be used to evaluate the rehabilitation effect of hyperbaric oxygen treatment in patients with visual pathway lesions.

【Key words】Visual rehabilitation; Functional magnetic resonance imaging; Diffusion tensor imaging; Hyperbaric oxygen therapy

血氧水平依赖功能磁共振成像(blood oxygenation level dependent functional magnetic resonance imaging, BOLD-fMRI)最早在 1991 年由 Belliveau 等^[1]应用于大脑初级视觉皮质的定位研究,为 BOLD-fMRI 视觉脑功能应用奠定了基础。磁共振弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是近年来发展应用的一种高场磁共振成像新技术,能够通过测量脑白质神经纤维束间水分子的运动状况反映其髓鞘完整程度,是观察活体

白质纤维束的解剖结构及其功能状态的唯一方法^[2,3]。

随着高场磁共振成像设备软硬件的不断发展完善,联合应用 BOLD-fMRI 与 DTI 技术,来评价视通路病变及其康复治疗过程中大脑视觉皮质功能与结构的重组状况及相关白质纤维束的解剖形态与功能变化,已成为可能;这两项新技术在各自的应用领域越来越受到人们的关注,但有关 BOLD-fMRI 和 DTI 在视通路异常患者康复疗效评价中的联合应用,国内外鲜见报道。

本研究联合应用上述 2 种高场磁共振成像新技术对 16 例视通路异常患者的高压氧康复疗效评价进行了研究,重点考察视通路异常患者高压氧治疗过程中视觉脑功能和相关解剖结构的重组特点,为临床干预性康复治疗提供指导,为进一步研究打下基础。

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.01.014

基金项目:福建省自然科学基金计划资助项目(2006J0192);南京军区“十一五”计划课题(06Z49)

作者单位:350025 福州,南京军区福州总医院医学影像中心(陈自谦、叶友强、肖慧、钱根年、许尚文、王锦良、杨熙章),医学工程科(倪萍),医学统计室(陈锦华)

资料和方法

一、临床资料与分组

2006 年 1 月至 2007 年 5 月间,因视通路病变致单眼或双眼视觉障碍在我院行高压氧治疗的 16 例患者纳入研究组,其中男 9 例,女 7 例;年龄 15 ~ 77 岁,中位年龄 47.7 岁;视通路病变类型包括视神经损害 6 例,枕叶外伤 4 例,枕叶梗死 4 例,枕叶炎症 2 例。所有患者均行远视力检查并按单眼分度及计数:轻度视力损害(视力 0.5 ~ 1.0)6 眼,中度视力损害(视力 0.2 ~ 0.5)12 眼;重度视力损害(视力 ≤ 0.1)5 眼,视力损害合并视野缺损 9 眼,详见表 1。

表 1 研究组受试者一般资料

序号	年龄 (岁)	性别	患眼	病变部位 及病因	治疗前 首诊时间 (d)	治疗后 复诊时间 (周)
例 1	23	女	左眼	左视神经挫伤	2	16
例 2	23	男	左眼	左视神经挫伤	1	15
例 3	16	男	右眼	右视神经炎	9	11
例 4	19	男	右眼	右视神经炎	12	12
例 5	35	女	左眼	左视神经胶质瘤	12	15
例 6	44	女	右眼	右视神经胶质瘤	9	13
例 7	42	男	右眼	右枕叶挫伤	1	10
例 8	62	男	右眼	右枕叶挫伤	2	8
例 9	55	女	左眼	左枕叶外伤血肿	3	14
例 10	37	男	左眼	左枕叶外伤出血	1	9
例 11	54	男	右眼	右枕叶梗死	4	16
例 12	47	女	右眼	右枕叶梗死	2	17
例 13	51	女	右眼	左枕叶梗死	2	13
例 14	67	女	右眼	右枕叶梗死	1	12
例 15	28	男	左眼	左颞枕叶炎症	19	16
例 16	39	男	右眼	右颞枕叶炎症	17	19

选取性别、年龄与研究组大致匹配的正常视力健康志愿者 12 例作为对照组。对照组被试均无神经精神疾病、脑血管异常、肿瘤、眼疾病及外伤史等;双眼视力(或矫正视力)均在 1.0 以上,眼科常规检查及眼底检查均正常。

二、设备与研究方法

(一)研究设备数据采集采用美国 GE 公司 Signa Excite HD 1.5T 双梯度 16 通道磁共振成像系统,脑功能专用 8 通道头线圈;视觉脑功能刺激采用深圳美德公司 SAV-8800 型脑功能视觉刺激仪呈现实验任务刺激;干预性高压氧治疗采用江西产 GYQ-32 型高压氧舱。

(二)研究方法

视觉脑功能数据采集时,受试者仰卧,头置于脑功能专用头线圈内,头周空隙采用硬海绵固定,以减少头部运动干扰。视觉刺激任务由 Eprime 软件编写,编好的视觉刺激由配套的 PC 工作站传送到 SAV-8800 型

脑功能视觉刺激仪施加给受试者双眼,视觉刺激在数据采集时同步呈现。

视觉刺激实验设计采用 Block(组块)设计,由静息组块与任务组块交替呈现构成,静息组块代号“S”,试验任务设定为注视点“+”,持续 30 s;任务组块代号“A”,试验任务设定为频率为 8 Hz 的闪烁棋盘格,持续 30 s,按 SASASASASA 的顺序依次呈现,共 10 个 Block(组块),总时间 5 min。实验前嘱受试者在检查过程中保持平静,尽量减少眨眼,紧盯屏幕。

高压氧治疗措施:治疗压力采用 2 个标准大气压,每次压缩空气升压约 20 min,稳压面罩吸纯氧 2 次,每次 30 min,中间休息 10 min,然后减压 25 min,10 d 为 1 个疗程,共治疗 3 个疗程。同时辅以相关的常规内科治疗。

(三)BOLD-fMRI 数据采集参数

1. 定位像:T1 加权 SE(自旋回波)序列,矢状位,TR(重复时间) = 300 ms,TE(回波时间) = 20 ms,层厚 = 5 mm,间距 = 2 mm,FOV(视野) = 240 mm × 240 mm,平面矩阵 = 320 × 192。

2. 解剖像:T1 加权 FLAIR(水抑制)序列,TR = 2000 ms,TE = 7.9 ms,flip angle(翻转角) = 90 度,层厚 = 5 mm,间距 = 1.5 mm,FOV = 240 mm × 240 mm,Matrix(矩阵) = 256 × 256。

3. 全脑 3D(三维)像:T1 加权 SPGR(快速扰相梯度回波)序列,TR = 10.5 ms,TE = 4.5 ms,flip angle = 15 度,层厚 = 1.3 mm,无间隔扫描,FOV = 240 mm × 240 mm,Matrix = 256 mm × 192 mm。

4. 功能像:梯度回波 EPI(平面回波)序列,TR = 3000 ms,TE = 40 ms,层厚 = 5 mm,层间距 = 1.5 mm,FOV = 240 mm × 240 mm,Flip angle = 90 度,Matrix = 64 × 64,20 层连续扫描以覆盖全脑。

(四)DTI 数据采集参数

采用单次激发 SE EPI 序列,TR = 10000 ms,TE = 112 ms,矩阵 128 × 128,FOV = 240 mm × 240 mm,层厚 = 4 mm,30 层无间距连续扫描,弥散张量采用 13 + 1 方案,即 13 个 b 值 = 1000 s/mm² 的弥散梯度方向和一个 b 值为零的无弥散梯度。

三、数据处理与统计学分析

(一)BOLD-fMRI 数据处理

所有数据传送至 PC 工作站,采用功能神经影像分析(Analysis of Functional Neuro Images, AFNI)软件包离线后处理,数据处理包括预处理和统计分析两大部分。

预处理首先对功能像进行二维时间对齐,三维头动校准,并将功能像以解剖像为依据与全脑 3D 像配准;然后进行线性去漂移、时间平滑和各向同性高斯空

间平滑处理(全宽半高值 $FWHM = 6 \text{ mm}$)。根据实验设计对每个研究对象的数据进行反卷积和多重线性回归分析,得到每个体素的统计值 F ,统计值用伪彩色显示,生成统计参数图(statistical parametric map, SPM),并叠加到全脑 3D 像上,生成解剖功能图。最后将全脑 3D 像映射到 Talairach 座标系进行空间标准化,研究脑激活区与脑解剖功能区的关系,并以此为主要依据判别激活区真伪,统计真激活区的总体积(体素数目 $\times$ 体素体积)与激活区最强点激活强度,建立 Excel 表,采用 SPSS10.0 软件进一步统计分析。

(二) DTI 数据处理

应用日本东京大学影像计算和分析实验室开发的 Volume-one 1.72 下的 dTV. II. R2 软件^[4]处理弥散张量成像图像,后处理生成:彩色 ADC(表观弥散系数)图、黑白 FA 图、彩色 DEC(彩色方向编码)图,并取 ROI(感兴趣区)计算双侧大脑视放射区域 FA 值,在彩色 DEC 图的基础上重建被试双侧视放射白质纤维束的伪彩色三维纤维束追踪图(各向异性最小阈值设定为 0.18),观察该纤维束的连续性,受推压移位或破坏情况,并与脑解剖功能图对照,观察视觉功能区激活与视放射纤维束之间的关系。

(三) 主要观察指标

统计对照组全部 12 例正常被试的 BOLD-fMRI 真激活区激活体素总数,以及研究组 16 例视通路异常患者被试治疗前和治疗后的 BOLD-fMRI 真激活区激活体素总数,单位为体素(voxel),每个体素为 $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$,并计算其平均值和标准差。

于双侧大脑视放射区域分别各取 3 个 ROI(感兴趣区),每个 ROI 直径 2 mm ,包含 7 个体素,计算其 FA 值,取单侧 3 个 ROI 的平均值作为单侧 FA 值纳入统计;统计对照组全部 12 例正常被试的双侧视放射 FA 值,并计算其平均值和标准差;统计研究组 16 例视通路异常患者被试治疗前和治疗后的双侧视放射 FA 值,并分别按 6 例视神经病变患者,10 例枕叶视中枢病变患者和全部 16 例视通路异常患者分组,分别计算其平均值和标准差。另外,研究组被试双侧视放射白质纤维束的伪彩色三维纤维束追踪图与健康对照组的跟踪图像比较,观察其连续性,受推压移位或破坏情况,作为评价其疗效的形态学参考因素之一,不纳入统计。

(四) 统计学分析

采用 SPSS 10.0 版软件,对研究组干预治疗前和治疗后的 BOLD-fMRI 激活结果和 DTI 所测得的 FA 值,与对照组的相应指标,进行 ANOVA(单因素方差分析)与配对 t 检验,以 $P < 0.05$ 作为结果具有统计学意义的指标。

结 果

一、BOLD-fMRI 激活体积的比较

对照组双侧枕叶均见激活,以双侧距状回激活更明显,激活最强点位于右侧距状回。研究组 16 例视通路病变患者被试行高压氧治疗前平均激活体素明显低于对照组(图 1),差异有统计学意义($P < 0.01$)。研究组经高压氧治疗后平均激活体素(图 2)与对照组比较差异无统计学意义($P > 0.05$)(表 2)。

表 2 研究组治疗前、后及对照组激活体素及 FA 值

组 别	例数	激活体素 (voxel)	FA 值
研究组	16		
治疗前		6710 $\pm$ 1530	0.376 $\pm$ 0.013
治疗后		8570 $\pm$ 1640 ^{ab}	0.486 $\pm$ 0.018 ^{ab}
对照组	12	9720 $\pm$ 1470 ^a	0.597 $\pm$ 0.029 ^a

注:与研究组治疗前比较,^a $P < 0.01$;与对照组比较,^b $P > 0.05$

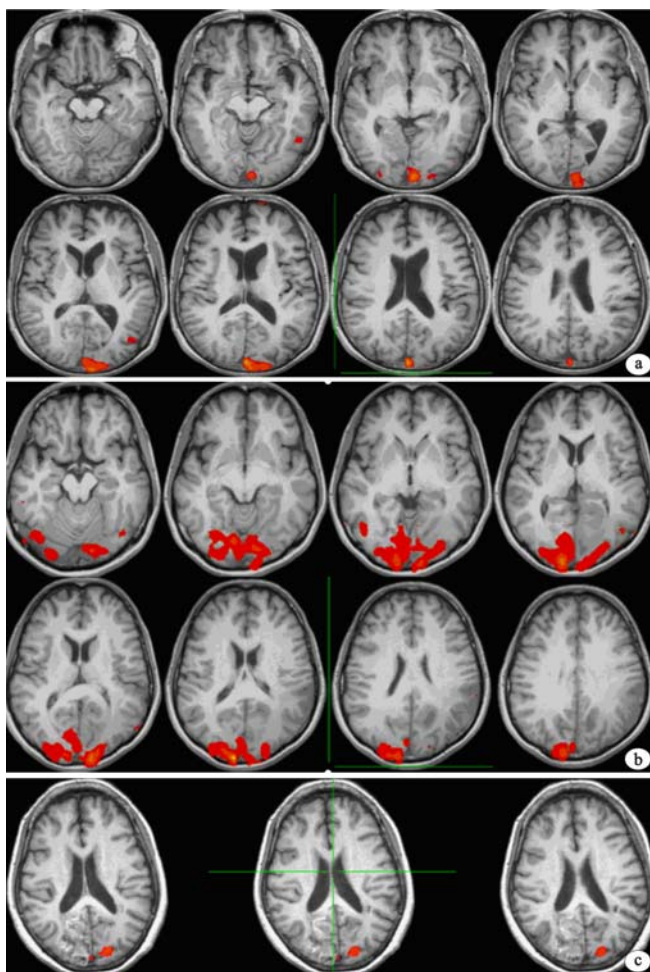
研究组 16 例被试行高压氧治疗后平均激活体素总数明显增多,患侧视皮质激活范围明显扩大,经统计学比较,行治疗前、后激活结果差异有统计学意义($P < 0.05$);屏状核、额叶以及丘脑亦有不同程度的激活,病眼的视觉功能有不同程度的恢复,视力也有提高。

二、DTI 结果的比较

研究组高压氧治疗前视放射平均 FA 值明显低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),提示研究组视放射白质纤维束结构功能破坏。研究组高压氧治疗后视放射平均 FA 值提高,与对照组比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

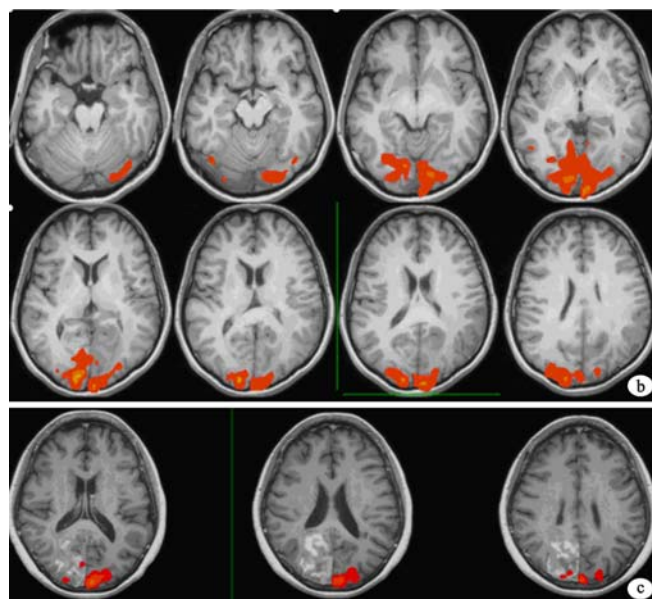
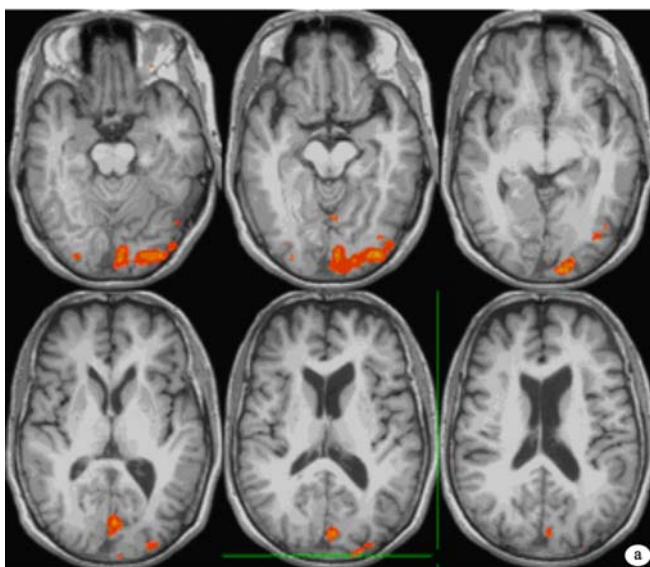
研究组高压氧治疗前、后视放射平均 FA 值结果比较差异有统计学意义($P < 0.05$),行治疗后视放射平均 FA 值明显增加,提示高压氧治疗提高了视放射纤维束的髓鞘完整程度,这些有髓神经纤维的髓鞘结构更加完整,功能也就恢复和提高了。在黑白 FA 图、彩色 DEC 图上均显示病变部位的神经纤维束信号更高,更加均匀、致密,行视放射白质纤维束的伪彩色三维纤维束追踪重建也可以看到白质纤维束的数量有所增加,有更多的视放射神经纤维束在视通路上发挥功能,临床上患者视力都有不同程度的恢复和提高。

研究组中 6 例外周性视觉损害患者为视神经病变,DTI 结果显示其视放射神经纤维束结构完整,两侧对称(图 5),平均 FA 值为(0.522 $\pm$ 0.021),10 例中枢性视觉损害患者为枕叶视中枢病变,其视放射神经纤维束一致性变差,信号减低,结构纤细,并可见部分中断、移位,平均 FA 值为(0.371 $\pm$ 0.017),两组结果比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。



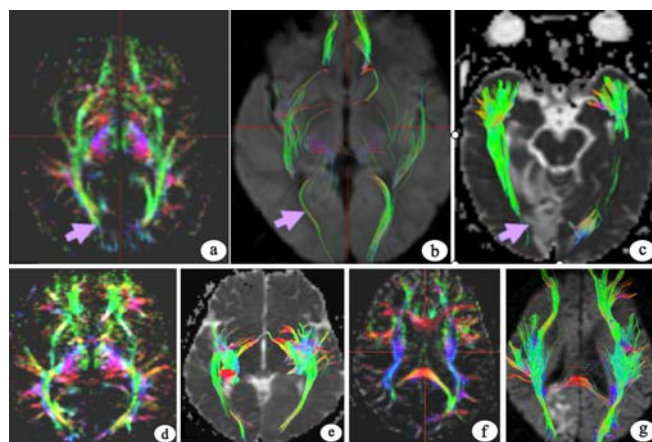
注:图 1a 为患者 1 MRI 示右枕叶梗死,发病 4 d 后行 BOLD-fMRI 检查示右枕叶视觉皮质无激活区,左侧枕叶视觉皮质激活正常;图 1b 为患者 2 头颅 MRI 示左顶枕叶脑梗塞,右眼视物模糊 2 周,BOLD-fMRI 示左枕叶脑激活区明显小于右枕叶,提示视觉中枢有损伤;图 1c 为患者 3 右枕叶外伤性出血 1 周,BOLD-fMRI 示右枕叶脑挫伤区无激活,左侧激活正常

图 1 视觉通路异常患者治疗前 BOLD-fMRI 激活图



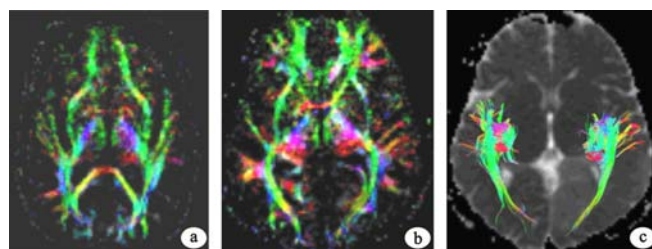
注:a 为患者 1 HBO 治疗 2 个月后的 BOLD-fMRI 图,可见右枕顶叶少许激活,左枕叶激活范围明显扩大;b 为患者 2 经 HBO 治疗 3 个月后的 BOLD-fMRI 图,示左枕叶视觉中枢明显激活,患者视觉明显恢复;c 为患者 3 右枕叶外伤性出血 HBO 治疗 2 个月后 BOLD-fMRI 图,示右枕叶脑挫伤区有少许激活,左侧激活正常,患者视力有改善

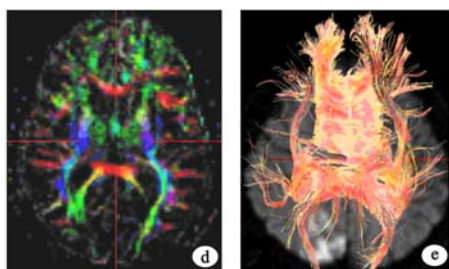
图 2 视觉通路异常患者 HBO 治疗后 BOLD-fMRI 激活图



注:a、b、c 为患者 1 治疗前的双侧视放射 DTI 及 DTT 图,示右侧视放射纤维减少、纤细,远端部分中断(箭头所示);d、e 为患者 2 治疗前的 DTI 及 DTT 图,示左枕叶视放射神经纤维束明显减少;f、g 为患者 3 治疗前的 DTI 及 DTT 图,示右侧视觉中枢纤维束明显减少;a、d、f 为 DTI 彩色编码图,b 为三维纤维束重建图,g、e 为纤维束重建图像重叠于 b=0 图像上

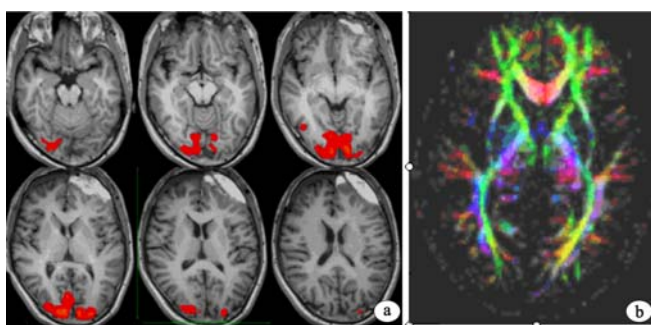
图 3 视觉通路异常患者治疗前 DTI 图





注:a 为患者 1HBO 治疗 2 个月后的 DTI 图,DTI 示右侧视放射纤维部分恢复;b、c 为患者 2 HBO 治疗 2 个月后的 DTI 图,DTI 示左枕叶视放射神经纤维束明显增多;e、f 为患者 3HBO 治疗 2 个月后的 DTI 图,DTI 示右枕叶视放射神经纤维束明显增加;a、b、c 均为 DTI 彩色编码图,c、f 为纤维束重建图像重叠于 b=0 图像上

图 4 视觉通路异常患者 HBO 治疗后 DTI 图



注:图 5a、b 为颅脑外伤伴左眼撞伤后视力下降 3 d,CT 和 MRI 示左侧视神经挫伤并左额部硬膜下血肿,伤后 7 d 行 BOLD-fMRI 检查,a 示双侧大脑枕叶视觉中枢明显激活,提示视觉中枢无损伤;b 为 DTI 彩色编码图,示两侧神经纤维束对称,数量、走行和分布正常

图 5 外周性视觉损害患者 BOLD-fMRI 激活图和 DTI 图

讨 论

一、BOLD-fMRI 与 DTI 技术联合应用的评价

随着高场和超高场磁共振设备软硬件技术的不断发展、完善,1.5 T 及以上双梯度磁共振扫描仪在中国广泛投入使用,已有大量的医院或研究单位具备开展脑功能成像的硬件基础。但是,以前在基础研究中应用得如火如荼的脑功能成像如何走入临床,为广大医务人员和患者所接受则是一个全新的课题。

任何一种新技术,只有具备了丰富的临床应用价值,才会具有顽强的生命力。血氧水平依赖功能磁共振成像技术和弥散张量成像技术在各自的领域中应用广泛^[5-7],越来越受到人们的关注,越来越为人们所接受。

BOLD-fMRI 技术是根据激活脑区与非激活脑区氧消耗量差异引起相应部位血液血氧饱和度变化所产生的 MR(磁共振)信号差异,以获得脑功能信息的最常用功能磁共振成像技术^[8]。其基本原理是:脑激活时,神经元兴奋性增高,局部脑区氧消耗量及血流量均增加,但增加比例不同,血流量增加程度超过氧消耗量

的增加程度,激活区小静脉内血氧饱和度增高,顺磁性的脱氧血红蛋白浓度减低,磁场不均匀性减低,该部位物质的 T2* 延长。上述变化可被高场 MR 的 EPI 序列捕捉到,通过选择合理的刺激方式,并经软件后处理即可实现脑功能可视化。BOLD 法与其他脑功能成像手段相比具有较高的空间分辨率、较高的时间分辨率。结构是功能的基础,功能是结构的体现,通过 BOLD-fMRI 获得的解剖功能图,能够直观有效地反映出执行特定功能的皮质中枢分布,是评价各种原因导致的脑损伤、脑功能障碍及其康复效果的有效手段,应用越来越广,越来越为人们所接受。

DTI 是在常规磁共振成像和弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)基础上发展起来的一种全新的磁共振成像技术^[3]。通过 13 个弥散梯度方向采集水分子在神经纤维束间弥散运动时所受到轴突膜与髓鞘的影响,在这些数据的基础上,通过专用软件计算水分子弥散运动的两个优势方向,这就代表了神经纤维束的走行方向,并可量化表达为 FA 值,在所有体素的 FA 值组成的 FA 图上,神经纤维束的形态、分布及其走行的连续性、致密性和方向一目了然,因此 DTI 是目前唯一一种可以有效研究活体白质纤维束的无创方法,提供了其他成像方法无法提供的脑的解剖结构信息^[2,3,9]。FA 值是描述神经纤维束形态、分布及其走行特征的主要参数之一,其大小与髓鞘的完整性、纤维致密性及平行性有关,能够反映白质纤维是否完整^[10]。目前很多动物实验及对人脑的研究已经表明,白质神经纤维束受损害时,FA 值下降。

BOLD-fMRI 所检测到的是执行功能的皮质中枢,相当于一台台电脑,DTI 所检测到的是传递、沟通信息的白质纤维束,相当于四通八达的网线,人脑就是一个无比复杂、功能强大的神经网络系统。作为主机的皮质中枢和作为网线的白质纤维束二者缺一不可:在执行功能时缺一不可,在发生疾病时也是相互影响,相互依存的;因此将两种技术结合起来用于脑内疾病的诊断是必然趋势,结合后将会更加准确合理,真正达到功能影像与解剖影像融为一体,相互补充的效果,BOLD-fMRI 与 DTI 在脑部的联合应用国外近年来已有相关文献报道^[11-16]。

二、BOLD-fMRI 与 DTI 联合应用在视通路异常高压氧疗效评价中的应用价值

单独应用 BOLD-fMRI 检测视觉皮质功能的文献国内外已有多篇报道,但 BOLD-fMRI 与 DTI 联合应用在视觉通路异常在高压氧治疗中的应用国内外尚未见公开报道。本研究结果表明,在视觉通路异常康复过程中 BOLD-fMRI 与 DTI 的联合应用具有非常重要的临床应用价值,是功能成像和解剖成像的完美结合。

BOLD-fMRI 视觉脑功能成像经过多年发展,组块设计技术成熟,检查成功率高,视觉皮质激活充分,而且眼视野与中枢视觉皮质之间存在明确的解剖学拓扑关系,因此 BOLD-fMRI 能较准确地显示视觉皮质中枢解剖功能结构,达到临床应用要求,具有巨大的临床应用价值。本组 BOLD-fMRI 研究的视觉刺激模式是采用 8 Hz 圆形黑白棋盘格刺激,可提供强烈的视觉刺激,使受试者的各级视觉皮质均能明显激活,此时脑血液动力学反应和 BOLD 效应达最大值,这一结果与正电子发射断层成像(PET)相一致^[17]。本组采用双眼刺激模式主要因为视神经纤维束鼻侧交叉解剖结构决定了视皮质细胞具有双侧激活特点,有研究显示在猫视皮质有 80% 神经元同时接受双眼视觉信息,两眼接受刺激信号通常互相叠加,而单眼接受的信号既受优势眼的影响,也受双眼视觉皮质细胞的影响^[10]。

视放射是比较大的投射纤维,DTI 容易识别,而且测量的 FA 值能较为准确地显示白质纤维的水的状态,此外在 DTI 基础上重建的三维白质纤维束追踪成像(Diffusion Tensor Tractography, DTT)能非常逼真地显示视觉投射纤维的走行和分布,对鉴别周围性和中枢性视觉异常非常有价值。本研究组 6 例视神经异常所导致的视觉异常其视放射投射纤维的 DTI 和 DTT 都是正常的,提示视觉通路异常位于外周,而视觉中枢则是正常的,10 例视觉中枢异常者 DTI 的 FA 值明显低于正常对照组和外周性视觉通路异常组,DTT 所示的视觉投射纤维的走行和分布明显异常包括走行中断、移位、数量减少等。然而,DTI 和 DTT 只是反映视觉通路的解剖结构变化并不能动态地反映中枢视觉皮质的功能变化,特别在视通路异常的高压氧治疗过程中视觉功能的恢复与视觉皮质的激活程度密切相关。本研究表明视中枢异常患者 BOLD-fMRI 的视皮质激活改变与 DTI 视放射康复过程呈正相关,充分说明解剖结构与功能的紧密关系。

研究表明中枢性视觉功能障碍早期行高压氧治疗可有效降低病残率,本研究中 10 例中枢性视觉损害患者经高压氧治疗后视觉均有不同程度恢复,视力有不同程度提高,其中 4 例脑创伤患者经高压氧治疗后视觉恢复非常明显。另外 4 例脑卒中患者行高压氧治疗后效果也较为明显,行治疗前、后 BOLD-fMRI 激活结果差异有统计学意义,治疗后视觉中枢激活体素明显增加,视力也有不同程度的提高。

本研究结果表明,视通路异常患者早期行高压氧干预治疗可促进大脑视觉功能的恢复。视觉功能的恢复,结构上表现为视放射神经纤维束结构恢复,功能上表现为视中枢失活皮质的再次激活,BOLD-fMRI 与 DTI 联合应用是评价视觉异常患者高压氧干预治疗疗

效的最佳选择,具有巨大的临床应用和推广价值。

三、BOLD-fMRI 和 DTI 临床应用中的限制

BOLD-fMRI 和 DTI 也有其不足之处,首先个体差异是 BOLD-fMRI 研究中一个较为突出的问题,一方面是来自脑结构的差异,不同个体之间的形状、大小存在差异;另一方面被试的认知功能和感知功能的差异,也是实际研究中较难掌握的部分,往往会导致假阳性或/和假阴性。DTI 限度之一在于其成像的空间分辨力,特别是显示小的纤维束和纤维束交叉的部位表现为低度各向异性。此外,DTI 回波平面成像易于产生伪影^[18],这些问题将随着设备和成像方法的改进而逐步得到解决。

参 考 文 献

- [1] Belliveau JW, Kennedy DN Jr, McKinstry RC, et al. Functional mapping of the human visual cortex by magnetic resonance imaging. *Science*, 1991, 254:716-719.
- [2] Pierpaoli C, Jezzard P, Basser PJ, et al. Diffusion tensor MR imaging of the human brain. *Radiology*, 1996, 201:637-48.
- [3] Mori S, Barker PB. Diffusion magnetic resonance imaging: its principle and applications. *Anat Rec*, 1999, 257: 102-109.
- [4] Masutani Y, Aoki S, Abe O, et al. MR diffusion tensor imaging: recent advance and new techniques for diffusion tensor visualization. *Eur J Radiol*, 2003, 46:53-66.
- [5] 郑兆聰,高进喜,王如密,等. 磁共振弥散张量成像及皮层电刺激在脑运动区病变手术中的初步联合应用. *福州总医院学报*, 2007, 14:8-10.
- [6] 陈自谦,倪萍,肖慧,等. 脑缺血性卒中患者运动功能康复的功能性磁共振成像研究. *中华物理医学与康复杂志*, 2006, 28:885-891.
- [7] 肖慧,陈自谦,张碧云,等. 三维纤维束示踪成像评价急性脑梗死患者皮质脊髓束损伤的意义. *中国临床康复*, 2006, 34:70-72.
- [8] Ogawa S, Menon RS, Tank DW, et al. Functional brain mapping by blood oxygenation level-dependent contrast magnetic resonance imaging. A comparison of signal characteristics with a biophysical model. *Biophys J*, 1993, 64: 803-812.
- [9] Gillard JH, Papadakis NG, Martin K, et al. MR diffusion tensor imaging of white matter tract disruption in stroke at 3 T. *Br J Radiol*, 2001, 74:642-647.
- [10] Jellison BJ, Field AS, Medow J, et al. Diffusion tensor imaging of cerebral white matter: a pictorial review of physics, fiber tract anatomy, and tumor imaging patterns. *Am J Neuroradiol*, 2004, 25:356-369.
- [11] Werring DJ, Clark CA, Barker GJ, et al. The structural and functional mechanisms of motor recovery: complementary use of diffusion tensor and functional magnetic resonance imaging in a traumatic injury of the internal capsule. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1998, 65: 863-869.
- [12] Werring DJ, Clark CA, Parker GJ, et al. A direct demonstration of both structure and function in the visual system: combining diffusion tensor imaging with functional magnetic resonance imaging. *Neuroimage*, 1999, 9:352-361.

- [13] Wiesmann UC, Krakow K, Symms MR, et al. Combined functional magnetic resonance imaging and diffusion tensor imaging demonstrate widespread modified organisation in malformation of cortical development. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2001, 70:521-523.
- [14] Olesen PJ, Nagy Z, Westerberg H, et al. Combined analysis of DTI and fMRI data reveals a joint maturation of white and grey matter in a fronto-parietal network. *Brain Res Cogn Brain Res*, 2003, 18:48-57.
- [15] Yoshida M, Ida M, Nguyen TH, et al. Resolution of homonymous visual field loss documented with functional magnetic resonance and diffusion tensor imaging. *J Neuroophthalmol*, 2006, 26:11-17.
- [16] 肖慧,张碧云,陈自谦,等.缺血性脑卒中肢体运动功能及皮质脊髓束受损的 DTI 评价. *放射学实践*, 2007, 22:230-233.
- [17] Thomas CG, Menon RS. Amplitude response and stimulus presentation frequency response of human primary visual cortex using BOLD EPI at 4 T. *Magn Reson Med*, 1998, 40:203-209.
- [18] Basser PJ, Jones DK. Diffusion-tensor MRI: theory, experimental design and data analysis-a technical review. *NMR Biomed*, 2002, 15:456-467.

(修回日期:2008-11-06)

(本文编辑:阮仕衡)

· 临床研究 ·

针灸治疗腰椎管狭窄症的疗效研究

王诚宏

【摘要】 目的 探讨银质针灸治疗腰椎管狭窄症的疗效。**方法** 将 96 例腰椎管狭窄症患者随机分为银质针针灸组(简称银质针灸组)和常规疗法组(简称常规组),银质针针灸组给予银质针针灸治疗,常规组给予牵引及调制中频电疗,2 组患者均连续治疗 12 d。分别于治疗前、治疗后 7 d、14 d 及 6 个月时应用腰椎疾患治疗成绩评分表进行临床疗效评定;应用 Roland-Morris 失能问卷进行生活质量评定。**结果** 治疗后 14 d 及 6 个月时,银质针针灸组患者显效率均显著高于常规组($P < 0.05$),并且银质针针灸组患者生活质量亦明显优于常规组($P < 0.05$)。**结论** 银质针针灸治疗腰椎管狭窄症具有显著疗效,明显优于传统牵引及调制中频电疗。

【关键词】 银质针灸; 调制中频电; 腰椎管狭窄症; 生活质量

腰椎管狭窄症指腰椎管因某些因素发生骨性或纤维结构异常,导致一处或多处管腔狭窄,压迫硬脊膜与神经根出现临床症状。本病是腰腿痛常见原因之一,发病原因包括退变、损伤等引起的黄韧带肥厚、椎体骨质增生、小关节骨赘、硬膜外粘连、腰椎间盘突出等。腰椎管狭窄症患者通常有反复发作的下背痛病史,病程隐匿、发展缓慢,背后伸功能往往受限,患者最典型的临床表现是神经源性跛行,其主要特征包括:下腰椎棘突旁压痛,腰后伸时因椎管内有效间隙减小而使疼痛加剧,致后伸受限,直腿抬高试验可呈阳性,小腿外侧及足背感觉异常,胫前肌、趾伸肌肌力减弱,膝腱反射和跟腱反射异常^[1]。本研究采用银质针针灸疗法对腰椎管狭窄症患者进行肌肉松解治疗,取得满意疗效。现报道如下。

资料与方法

一、资料与分组

共选取 2004 年 7 月至 2008 年 1 月间在我院软伤科住院治疗的腰椎管狭窄症患者 96 例,均经 CT 检查确诊,采用随机数字法将上述患者分为银质针针灸治疗组(简称银质针灸组,48 例)及常规治疗组(简称常规组,48 例)。银质针针灸组男 26 例,女 22 例;年龄 23 ~ 60 岁,平均 42.3 岁;病程 2 ~ 29 个月,平均 16 个月;椎管狭窄部位位于 L₄₋₅ 29 例, L₅ ~ S₁ 狭窄 12 例, L₄₋₅ 合并 L₅ ~ S₁ 狭窄 7 例;发育性腰椎管狭窄 11 例,退行性腰椎管狭

窄 37 例。常规组男 25 例,女 23 例;年龄 24 ~ 61 岁,平均 43.5 岁;病程 3 ~ 28 个月,平均 17 个月;椎管狭窄部位位于 L₄₋₅ 28 例, L₅ ~ S₁ 狭窄 11 例, L₄₋₅ 合并 L₅ ~ S₁ 狭窄 9 例;发育性腰椎管狭窄 14 例,退行性腰椎管狭窄 34 例。2 组患者性别、年龄、病程及病情比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

二、治疗方法

银质针针灸组患者取俯卧位,在软组织痛特定部位选择压痛点,以深层病灶软组织为中心,避开血管、神经或脏器,共选出多个进针点。在无菌条件下行表面麻醉,采用银质针灸直刺或斜刺深层病灶区,银质针灸经过软组织病变区直达肌肉或筋膜在骨骼上的附着处(即压痛点),在银质针灸尾置一艾球并点燃,通常每个压痛点刺入 1 根银质针,时间持续 30 min,共治疗 12 d。

常规组患者给予腰部牵引治疗,采用日本产 OL-2000 型牵引机,治疗时患者取仰卧位,牵引力量为体重的 50%,每牵引 50 s 则间歇 10 s,每次 20 min,每日 1 次,共治疗 12 d;该组患者同时还给予调制中频电疗,采用北京产 T99-B 型中频电疗仪,2 个 12 cm × 12 cm 的方型电极于腰背部并置,调制波形为正弦波,调幅度为 100%,中频电频率为 4 000 Hz,调制频率为 0 ~ 150 Hz,电流强度以患者耐受为宜,每日治疗 1 次,每次 20 min,共治疗 12 次。

三、疗效评定标准

分别于治疗前、治疗后 7 d、14 d 及 6 个月时采用日本整形学会于 1984 年制定的《腰椎疾患治疗成绩评分表》^[2] 评定患者