

弱视的功能MRI研究现状与进展

肖曼君, 李亚军*, 肖恩华

作者单位:

中南大学湘雅二医院放射科, 长沙 410011

通讯作者:

李亚军, E-mail: liyajun9966@aliyun.com

收稿日期: 2013-08-10

接受日期: 2013-10-16

中图分类号: R445.2; R770

文献标识码: A

DOI:10.3969/j.issn.1674-8034.2013.06.014

肖曼君, 李亚军, 肖恩华. 弱视的功能MRI研究现状与进展. 磁共振成像, 2013, 4(6): 463-467.

[摘要] 功能MRI(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术可以无侵入、直观地对人体大脑组织进行成像, 并且能反应大脑特定区域的功能活动特点, 在弱视的研究应用中得到了快速发展。血氧水平依赖MRI(blood oxygen level-dependent functional MRI, BOLD-fMRI)可以分析皮质功能改变与视力损害间的关系, 扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)提供了常规MRI技术所不能获得的白质图像及神经通路的三维显像。运用多项fMRI技术可以分析正常大脑的灰质、白质的功能特点, 进而对弱视患者视觉皮层功能分区、皮质功能损害特点及相应脑白质改变异常发生的复杂神经病理机制提供思路, 为临床诊断、治疗监测及预后提供参考。

[关键词] 弱视; 大脑皮质; 磁共振

The research status and advance of functional MRI in amblyopia

XIAO Man-jun, LI Ya-jun*, XIAO En-hua

Department of Medical Imaging, 2nd Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China

*Correspondence to: Li YJ, E-mail: liyajun9966@aliyun.com

Received 10 Aug 2013, Accepted 16 Oct 2013

Abstract The fMRI not only can imagine in human's brain tissue but also may reflect the functional activity of the certain region intuitively and without invasion, so it developed rapidly in the study of the amblyopia. The Bold-fMRI can analyse the relationship between the transform of cortex function and visual impairment. DTI had offered the three-dimensional imagination of the brain white matter and neural pathway which the conventional MRI can't obtain. We can analyse the functional characteristics of normal brain grey and white matter with several kinds of fMRI and study the function division of visual cortex, the functional impairment of cortex and the associated white matter change. This progress has provided useful mentality of discussing the functional lesion of primary and advanced visual cortex and the complicated neuropathology mechanism of connection anomaly in visual pathway. This had offered useful reference in clinical diagnosis, treatment monitoring and prognosis.

Key words Amblyopia; Cerebral cortex; Magnetic resonance imaging

MRI技术作为一种对人体无放射性和机械性损伤且分辨率高的神经影像方法, 可用于各种原因引起的弱视研究^[1]。血氧水平依赖MRI(blood oxygen level-dependent functional magnetic resonance imaging, BOLD-fMRI)与以往的各种脑功能研究(脑电图、诱发电位及正电子发射成像)方法不同, 其具有更高的空间分辨率和无创伤性^[2], 在弱视的研究中得到了认可。

BOLD-fMRI视网膜脑图技术是研究视网膜与视皮层之间拓扑映射关系的方法, 主要功能是对视皮层功能区进行划分^[3]。扩散张量成像(diffusion

tensor imaging, DTI)是非侵入性地研究脑白质纤维束特性和功能性图像的有效工具, 通过检测平均扩散系数(average diffusion coefficient, DCavg)、各向异性指数(fractional anisotropy, FA)值^[4]可以了解视辐射、胼胝体纤维束的完整性和方向一致性, FA值越低, 视神经纤维的功能越低, 现已逐渐成为神经系统功能和视觉发育等研究领域重要的辅助手段。

临床常用的检测方法有基于体素的形态测量学(voxel-based morphometry, VBM)和基于ROI的分析方法。fMRI技术能反映弱视患者大脑相应视

觉皮层损害及视区白质改变的特点,可用于弱视的诊断及治疗检测,笔者就这些方面的研究现状及进展作一综述。

1 弱视的定义与临床

弱视在儿童中发病率较高,是一种发育性疾病,在视觉发育的敏感期,双眼受到不良的视觉刺激剥夺和(或)双眼的异常相互作用等原因使视力不能达到该年龄正常孩子的平均水平;凡眼部无明显器质性病变,以功能性因素为主所引起的远视力 ≤ 0.8 且不能矫正者均列为弱视;患者的视觉系统及神经系统一般无器质性病变^[5],大多数由功能性因素所引起的。

目前认为,弱视的发病部位主要位于视觉皮层而非视网膜^[6]。临床上,弱视一般多可分为屈光不正性弱视、屈光参差性弱视、斜视性弱视、形觉剥夺性弱视及其他类型弱视。

2 视觉皮层功能的fMRI研究现状

视觉皮层位于枕叶的距状裂周围,枕叶皮层可分为舌回、楔叶、枕外侧叶和距状沟周边区。利用BOLD-fMRI视网膜脑图技术可以划分人脑视觉皮层V1、V2、V3、VP、V3A、V4、V7、V8等功能区^[7]。

初级视觉皮层(V1,或称纹状区)被距状沟分成楔叶和舌回,组成Broadmann 17区,接受来自外侧膝状体的纤维而终止于皮层神经元的第四层,为直接接受视觉刺激的原始感觉区;Broadman 18、19区为纹外区,有枕中回(BA18、19区),枕下回(BA18、19区)等,其功能是综合视觉信息,形成有意识的知觉,属于高级视觉皮层。V1区的外周部分是V2区,即纹状旁区,相当于Broadman 18区,为初高级皮层信息传导的中继站;V2区的周围是V3区,即纹状周围区,相当于Broadman 19区,其背、腹侧部分分别接受对侧视野的下、上1/4的视觉纤维;颞下回和梭状回相当于视觉中枢V4区,与颜色处理有关,并有注意调节功能;V7区位于V3A区前方,与空间感知功能有关;V8区位于V4区前方,和颜色感知有关^[8]。梁平等^[9]采用旋转光栅对一组健康志愿者进行视觉运动觉中枢的检测,发现中颞区(MT区)位于V5区,是视觉运动信息处理的重要中枢。

在高级皮层,视觉信息的传递主要依赖两条传导通路:腹侧(枕颞)通路主要路径为V2-VP-V4/V8,从V1区投射至颞下叶,主要功能是物体识别、传导色彩;背侧(枕顶)通路主要路径为V2-V3-V3a/V5/V7,从V1区经MT区投射至后顶叶,主要功能是空间位置、运动识别^[10]。

3 弱视的fMRI研究现状

3.1 皮层改变特点

3.1.1 皮层形态学改变

皮层面积的多寡与皮质发育情况有着直接关系^[11],弱视患者中,与视觉相关的大脑区域存在皮层面积的改变,提示灰质发育异常。

屈光不正性弱视患者的相关视觉皮层面积发生了改变,其枕叶皮质存在形态学改变。有学者利用MRI的三维解剖数据分析发现屈光不正性弱视患者双侧半球舌回、左侧距状沟周边区、右侧半球楔叶及枕外侧叶皮质厚度较正常减小^[12]。屈光参差性弱视患者枕叶视皮层厚度降低,其视觉通路形态学改变与弱视的发生密切相关,主要是由于诸多因素导致视觉相关皮质发育障碍而形成的。

视功能也随灰质容积的改变而改变,尤其是枕叶灰质容积的改变。有学者采用VBM方法从体积角度分析,弱视患者存在额中回、海马回、梭状回、颞下回及双侧距状沟周围灰质容积的显著降低^[13-14]。屈光参差性弱视或斜视性弱视患者中,在距状沟周围区域灰质容积减少。有学者对屈光不正性弱视者进行视觉皮质形态学与功能的研究,发现弱视患者视功能缺陷伴随着视皮层容积特别是枕叶皮层容积的减少^[15]。而杜寒剑等^[16]发现,屈光不正性弱视枕叶灰质容积没有明显改变。对此研究,尚有争议。

3.1.2 皮质功能活动改变

弱视患者枕叶皮质不但存在形态学的改变,其激活范围和强度,也就是功能上也有改变,有研究证明弱视患者均有枕叶皮质功能下降^[17]。翁晓光等和Mantini等^[18-19]利用静息态网络得到视觉网络模板进行研究分析得出结论:弱视患者的静息视觉网络中,多级视觉皮层发生了功能损害,其功能连接度的范围与强度均显著降低。屈光不正、屈光参差和斜视性弱视患者视皮层激活强度和范围均明显下降。但不同类型弱视的皮层功能

损害各有特点。屈光不正性弱视双侧半球楔叶、舌回和距状沟周边区皮质激活范围明显减小^[20]；弱视眼矫正屈光不正后皮质激活范围明显增大，提示尽早矫正视力对改善弱视皮层损害有帮助，但这种皮质激活范围的改变与弱视程度并不呈线性相关。屈光参差性弱视患者初、高级视觉皮层均发生了功能损害，两者之间无明显因果关系，高级别纹外皮层有比低级别纹状皮层损害更加明显；在高级视觉皮层，背、腹侧传导通路均有功能损害^[21]。Barnes等^[22]发现斜视性弱视患者的Brodmann 17区有明显的功能改变，其激活强度及激活范围小于对侧眼。屈光参差性和斜视性弱视患者均存在距状皮层刺激反应下降，但是前者在高空间频率刺激下抑制作用明显，后者在低空间频率刺激下抑制更明显^[23]。

Hess等和Miki等^[24-25]第一次运用BOLD-fMRI技术定量分析人类弱视外侧膝状体的功能，发现弱视眼外侧膝状体的激活像素明显比正常眼的激活像素减少，其外侧膝状体和视皮质的功能活动显著低于正常人。弱视患者存在外侧膝状体的功能缺陷是由于与双眼视觉经验不足相关的发育障碍，表明外侧膝状体在视觉发育的早期起着复杂的作用^[26]。斜视性及屈光参差性弱视患者皮层兴奋像素的减少，不仅发生在V1、V2区^[27]，在梭状回、颞下回及后顶叶也有不同程度的减少。

有学者研究发现这两种弱视在初级视觉皮层的神经元自身和神经元之间功能损害相同，但前者存在健眼对弱视眼的抑制作用，后者在高级视觉皮层对高空间频率刺激的采集和编码较前者减少^[28]。谢兵等^[29]发现屈光参差性弱视眼皮层神经元的反应水平及激活范围在Brodmann 17、18、19区明显小于对侧眼，并且这种差别在Brodmann 18、19区更明显，这是由于纹外皮层在组织学上更加精密，功能上更加复杂。

Secen等^[30]利用BOLD-fMRI研究发现：弱视患者MT区皮质激活能力下降，从而表现为视皮层视觉运动觉功能下降；弱视患者存在初级、高级皮质运动觉功能缺陷。有研究证明屈光参差性弱视患者的运动视觉皮质敏感性降低^[31]。

3.2 弱视视区白质的改变特点

对于弱视患者，利用DTI技术可研究从外侧膝状体到枕叶皮质的脑白质视觉传导通路，探讨视

觉发育和弱视形成过程与脑白质相关结构和功能间的关系。

研究证明，弱视患者有梭状回、额叶、颞叶、顶叶多个脑区白质的FA值下降^[32]，说明这些视觉高级中枢视觉通路存在广泛联系异常，因此出现相应的脑功能异常。弱视患者胼胝体压部、体部发育及纤维投射方式异常，造成两侧大脑信息传递与整合异常；穿过胼胝体连接两侧枕叶及顶枕联合区的神经纤维出现部分缺失，即神经通路出现部分阻断。单侧弱视患者双侧视放射FA值下降，提示单侧弱视患者存在双侧视放射的发育不良，即两侧的视觉通路均存在发育异常。

有学者经研究证实，屈光参差性弱视患者存在着视觉通路神经网络结构异常及双侧视放射的发育投射不良，视放射纤维致密性、完整性与方向一致性下降，但并没有发生形态学方面的改变^[33]。

4 治疗监测与展望

利用多巴胺治疗弱视患者时，BOLD-fMRI可以反映神经元之间的突触活动，弱视患者的视皮层多巴胺含量减少，其抑制作用减弱；摄入外源性多巴胺，抑制作用增强，从而引起信噪比和视敏度增强。Yang等^[34]发现弱视患者服用多巴胺后视觉皮层活动增加，因此认为左旋多巴改善弱视的视功能可能与治疗后视皮层活动的增加有关；而Algabe等^[35]发现多巴胺治疗之后的弱视患者皮层活动水平明显下降，而视敏度是增加的。两者得出相反的结论，可能是由于左旋多巴对脑血流和代谢的影响造成的，或者是不同的实验设计差异得出不同的结论。以后在研究弱视药物治疗时，应将脑皮层生理、生化代谢检验与功能影像学相结合。

综上所述，各种新型fMRI检查方法的研究主要集中在分析弱视眼所属的白质视通路、视觉皮层和外侧膝状体功能改变情况，以及在接受不同空间频率和时间频率刺激时皮层激活的特点。fMRI技术可以无创、直观地评估皮层形态结构改变，反映相应皮层区域的功能改变特点，并且可以监测脑白质神经纤维的形态学改变及其解剖连通性。因而，在弱视患者的临床随访研究及治疗评估上具有极大的应用价值，为弱视的神经生

理学及发病机制的研究提供了新的思路。然而, fMRI对屈光不正性弱视患者枕叶灰质容积改变、多巴胺药物治疗的神经机制存在明显争议; 在不同弱视的视觉运动觉功能受损情况、屈光不正性和斜视性弱视患者脑白质的功能改变、人体形觉剥夺性弱视及弱视分子水平等领域, 有待学者们进一步研究与探讨。

参考文献 [references]

- [1] Miki A, Liu GT, Fletcher DW, et al. Ocular dominance in anterior visual cortex in a child demonstrated by the use of fMRI. *Pediatr Neurol*, 2001, 24(3): 232-234.
- [2] Jia CH, Lu GM, Zhang ZQ, et al. Comparison of deficits in visual cortex between anisometric and strabismic amblyopia by fMRI retinotopic mapping. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2010, 90(21): 1446-1452.
- [3] Duncan RO, Sample PA, Weinreb RN, et al. Retinotopic organization of primary visual cortex in glaucoma: comparing fMRI measurements of cortical function with visual field loss. *Prog Retin Eye Res*, 2007, 26(1): 38-56.
- [4] Mu L, Yang J, Yu BL. Neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy: detection with diffusion-weighted and diffusion-tensor MR imaging. *Chin J Magn Reson Imaging*, 2010, 1(1): 60-64.
穆靓, 杨健, 鱼博浪. 磁共振弥散加权及张量技术在新生儿缺血缺氧性脑病中的应用. *磁共振成像*, 2010, 1(1): 60-64.
- [5] Choi MY, Lee KM, Hwang JM, et al. Comparison between anisometric and strabismic amblyopia using functional magnetic resonance imaging. *Br J Ophthalmol*, 2001, 85(9): 1052-1056.
- [6] Hess RF. Amblyopia: site unseen. *Clin Exp Optom*, 2001, 84(6): 321-336.
- [7] Warnking J, Dojat M, Guerin-Dugue A, et al. fMRI retinotopic mapping--step by step. *Neuroimage*, 2002, 17(4): 1665-1683.
- [8] Lu GM, Zhang ZQ, Huang W, et al. The study of human visual cortex areas using functional MRI retinotopic mapping. *Chin J Radiol*, 2007, 41(10): 1045-1048.
卢光明, 张志强, 黄伟, 等. 视觉皮层分区的功能MRI视网膜膜脑图. *中华放射学杂志*, 2007(10): 1045-1048.
- [9] Liang P, Zhang ZQ, Lu GM, et al. Study of physiology of visual cortex activated by rotating grating with functional MRI. *Chin J Radiol*, 2004, 37(1): 51-55.
梁平, 张志强, 卢光明, 等. 旋转光栅视觉刺激生理成分的功能MRI研究. *中华放射学杂志*, 2004, 37(1): 51-55.
- [10] Klaver P, Lichtensteiger J, Bucher K, et al. Dorsal stream development in motion and structure-from-motion perception. *Neuroimage*, 2008, 39(4): 1815-1823.
- [11] Makris N, Kaiser J, Haselgrove C, et al. Human cerebral cortex: a system for the integration of volume- and surface-based representations. *Neuroimage*, 2006, 33(1): 139-153.
- [12] Du HJ, Wang J, Li C, et al. MRI study on the cortical thickness of occipital lobe in children with ametropic amblyopia. *Chin J Radiol*, 2008, 42(1): 47-49.
杜寒剑, 王健, 黎川, 等. 经MRI研究屈光不正性弱视患儿枕叶皮质厚度. *中华放射学杂志*, 2008, 42(1): 47-49.
- [13] Xiao JX, Xie S, Ye JT, et al. Detection of abnormal visual cortex in children with amblyopia by voxel-based morphometry. *Am J Ophthalmol*, 2007, 143(3): 489-493.
- [14] Li Q, Jiang Q, Guo M, et al. Grey and white matter changes in children with monocular amblyopia: voxel-based morphometry and diffusion tensor imaging study. *Br J Ophthalmol*, 2013, 97(4): 524-529.
- [15] Lv B, He H, Li X, et al. Structural and functional deficits in human amblyopia. *Neurosci Lett*, 2008, 437(1): 5-9.
- [16] Du HJ, Wang J, Xie B, et al. MRI study on gray matter volume of occipital lobe in ametropic amblyopia. *Chin J Med Imaging Technol*, 2008, 24(2): 201-204.
杜寒剑, 王健, 谢兵, 等. 屈光不正性弱视枕叶灰质容积的MRI研究. *中国医学影像技术*, 2008, 24(2): 201-204.
- [17] Wang X, Cui D, Zheng L, et al. Combination of blood oxygen level-dependent functional magnetic resonance imaging and visual evoked potential recordings for abnormal visual cortex in two types of amblyopia. *Mol Vis*, 2012, 18: 909-919.
- [18] Weng XG, Wang HN, Zhang ZQ, et al. Study on the "resting-state visual network" in patients with anisometric amblyopia based on fMRI[J]. *Acta Biophysica Sinica*, 2009, 25(6):447-452.
翁晓光, 王惠南, 张志强, 等. 基于fMRI的屈光参差性弱视静息视觉网络的研究. *生物物理学报*, 2009, 25(6): 447-452.
- [19] Mantini D, Perrucci MG, Del GC, et al. Electrophysiological signatures of resting state networks in the human brain. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2007, 104(32): 13170-13175.
- [20] Du H, Xie B, Yu Q, et al. Occipital lobe's cortical thinning in ametropic amblyopia. *Magn Reson Imaging*, 2009, 27(5): 637-640.
- [21] Simmers AJ, Ledgeway T, Mansouri B, et al. The extent of the dorsal extra-striate deficit in amblyopia. *Vision Res*, 2006, 46(16): 2571-2580.
- [22] Barnes GR, Hess RF, Dumoulin SO, et al. The cortical deficit in humans with strabismic amblyopia. *J Physiol*, 2001, 533(Pt 1): 281-297.
- [23] Choi MY, Lee KM, Hwang JM, et al. Comparison between anisometric and strabismic amblyopia using functional magnetic resonance imaging. *Br J Ophthalmol*, 2001, 85(9): 1052-1056.
- [24] Hess RF, Thompson B, Gole G, et al. Deficient responses from the lateral geniculate nucleus in humans with amblyopia. *Eur J Neurosci*, 2009, 29(5): 1064-1070.
- [25] Miki A, Liu GT, Goldsmith ZG, et al. Decreased activation of the lateral geniculate nucleus in a patient with anisometric amblyopia demonstrated by functional magnetic resonance imaging. *Ophthalmologica*, 2003, 217(5): 365-369.
- [26] Brown B, Feigl B, Gole GA, et al. Assessment of neuroretinal function in a group of functional amblyopes with documented LGN deficits. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2013, 33(2): 138-149.
- [27] Li H, Yang X, Gong Q, et al. BOLD responses to different temporospatial frequency stimuli in V1 and V2 visual cortex of anisometric amblyopia. *Eur J Ophthalmol*, 2013, 23(2): 147-155.
- [28] Chen VJ, Tarczy-Hornoch K. Functional magnetic resonance imaging of binocular interactions in visual cortex in strabismus. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 2011, 48(6): 366-374.
- [29] Xie B, Wang J, Li CM, et al. fMRI Study in anisometric amblyopia for children. *J Clin Radiol*, 2006, 25(11): 1055-1058.
谢兵, 王健, 李传明, 等. 儿童屈光参差性弱视的fMRI研究. *临床放射学杂志*, 2006, 25(11): 1055-1058.

- [30] Secen J, Culham J, Ho C, et al. Neural correlates of the multiple-object tracking deficit in amblyopia. *Vision Res*, 2011, 51(23-24): 2517-2527.
- [31] Bonhomme GR, Liu GT, Miki A, et al. Decreased cortical activation in response to a motion stimulus in anisometropic amblyopic eyes using functional magnetic resonance imaging. *J AAPOS*, 2006, 10(6): 540-546.
- [32] Mendola JD, Conner IP, Roy A, et al. Voxel-based analysis of MRI detects abnormal visual cortex in children and adults with amblyopia. *Hum Brain Mapp*, 2005, 25(2): 222-236.
- [33] Xiao MY, Xu J, Li YJ, et al. Study on the structure of visual pathway white matter in children with anisometropic amblyopia by diffusion tensor imaging. *Ophthalmol CHN*, 2009, 18(5): 315-320.
- 肖满意, 徐静, 李亚军, 等. 扩散张量成像对屈光参差性弱视儿童视觉通路白质结构的研究. *眼科*, 2009, 18(5): 315-320.
- [34] Yang CI, Yang ML, Huang JC, et al. Functional MRI of amblyopia before and after levodopa. *Neurosci Lett*, 2003, 339(1): 49-52.
- [35] Algaze A, Leguire LE, Roberts C, et al. The effects of L-dopa on the functional magnetic resonance imaging response of patients with amblyopia: a pilot study. *J AAPOS*, 2005, 9(3): 216-223.

资讯 Information

第二届分子影像学齐鲁国际论坛在烟台胜利召开

9月26日-28日, 由滨州医学院与磁共振成像杂志社、中国现代诊疗技术创新战略联盟、中国生物物理学会分子影像学专业委员会联合主办、中科院深圳先进技术研究院等单位协办的泰山学术论坛、第二届分子影像学齐鲁国际论坛暨第四届山东省分子影像学学术大会在烟台市召开。来自国内外知名专家学者、研究生200余人参加大会。

中国科学院院士、中国动物学会生殖生物学会理事长刘以训院士, 美国医学科学院外籍院士、中华医学会副会长、磁共振成像杂志主编戴建平教授, 滨州医学院院长王滨教授, 国家杰出青年科学基金获得者、国家“973计划”首席科学家、中国科学院自动化研究所研究员田捷教授, 世界分子影像学会前主席Robert J. Gillies (罗伯特·J·吉利斯) 教授, 山东省医学影像研究所所长、山东省医学影像研究会理事长、“泰山学者”特聘专家赵斌教授, 国家杰出青年基金获得者、中科院深圳先进技术研究院医工所常务副所长郑海荣教授, 磁共振成像杂志社社长贺光军, 美国国立卫生院资深研究员、滨州医学院“泰山学者”海外特聘专家李旭日教授、出席开幕式。开幕式由滨州医学院副院长张培功教授主持。

开幕式上, 大会工作人员宣读了山东省教育厅贺信。大会主席王滨教授、中国科学院自动化研究所研究员田捷分别致辞。大会名誉主席、中华医学会副会长、《磁共振成像》杂志主编戴建平教授作了重要讲话。

王滨教授指出, 分子影像学是一门新兴的综合交叉前沿学科, 已发展成为生命科学领域的重要研究手段, 是当前科学研究的热点。本次论坛对于拓宽分子影像学研究的国际视野, 强化学科建设, 深化学术研究, 推进分子影像学及临床应用, 更好的为人民群众的健康

服务, 都将具有十分重要的意义。他表示, 滨州医学院将竭诚为论坛、为各位专家和领导服务, 使本次论坛成为融学术交流、继续教育和新技术、新产品展示为一体的高水平学术盛会。他希望以此次论坛为契机, 深入学习贯彻国家及山东省人才工作的新政策和新要求, 充分利用好这个广阔的平台, 共享信息, 交流学术, 进一步深化学术研究、加强学科建设, 促进分子影像学事业科学发展, 为人民群众健康水平的提高做出新的更大的贡献。

戴建平、田捷教授分别就分子影像学的发展方向 and 前沿动态作了介绍, 并希望以本次论坛为契机, 相互交流, 相互学习, 搭建一个跨地域、跨学科的高水平成果共享和学术交流平台, 将最新的研究进展、科研创新、前沿信息和学术成果呈现给世界各地的参会者, 促进分子影像学学科的发展。

会议期间, 戴建平教授、田捷教授、李旭日教授, H.Lee Moffitt Cancer Center and Research Institute, 美国乔治亚理工学院、Emory大学、美国伊利诺大学、美国国立卫生院、美国威启达州立大学, 美国罗切斯特大学、中国协和医科大学北京协和医院、中国科学院深圳先进技术研究院、复旦大学附属华山医院、东南大学附属中大医院、磁共振成像杂志社、西门子医疗系统集团、河南省人民医院、汕头大学医学院第二附属医院、山东省干细胞技术研究中心、山东省医学影像学研究所、烟台毓璜顶医院、潍坊医学院及附属医院、滨州医学院及其两个附属医院等22名专家学者, 以分子影像学的发展和前沿动态、各种分子影像学成像新技术、分子探针制备、分子影像学实验和临床初步应用、药物靶向治疗和随访、分子影像学管理和质量控制等方面为重点, 作大会专题报告, 进行学术交流。(下转第475页)