

## · 综述 ·

## 偏侧视觉空间忽略发生机制的研究进展 \*

岳月红<sup>1</sup> 宋为群<sup>1,2</sup>

偏侧忽略(unilateral neglect)又称忽略、不注意,是单侧脑损伤后的一种常见功能丧失,尤其是右侧半球的损伤。患者表现为对偏侧即病灶对侧失去注意。该综合征是半球损伤所致的特殊类型的注意障碍。偏侧忽略综合征很常见,约25%—30%的卒中后患者会出现偏侧忽略症状<sup>[1]</sup>,80%的右侧半球卒中的患者会出现忽略<sup>[2]</sup>。

多种病理状态可导致偏侧忽略,诸如脑外伤、脑肿瘤及脑血管病等。其中以脑梗死或脑出血致使右侧大脑半球的2/3以上脑组织损伤为最常见的原因<sup>[3~4]</sup>。

偏侧忽略表现形式多种多样<sup>[5~6]</sup>,这与其病灶的多样性相一致<sup>[7]</sup>。偏侧忽略的发生机制尚不清楚,本文主要结合忽略的不同的临床表现形式及其相关病灶探讨最常见的偏侧视空间忽略(visual spatial neglect,以下简称偏侧忽略)的发生机制。

早期对于偏侧忽略发生机制的研究集中在某一独立的脑区,并企图寻求某种单一的被破坏的信息加工过程来解释这种症状。右侧的颞顶联合区(temporoparietal junction,TPJ)损伤曾经被认为是忽略发生的基础,然而多数忽略患者存在广泛的脑损伤,病灶跨越多个功能独立的脑区<sup>[8]</sup>。最近的研究转向明确完成各种任务需要的空间注意的不同组分,进而确定不同组分的责任脑区,将这些脑区聚集起来组建忽略发生的区域网络。

## 1 视觉加工通路理论

从目前的研究结果上看,不同感觉通路的注意功能是与各种感觉通路的信息加工紧密联系在一起的,即注意可能是与不同感觉信息加工紧密结合,在不同通路发挥调节作用的功能。因此在探讨偏侧视觉空间忽略的发生机制时,我们有必要将其与视觉通路的认知研究结合起来。

1982年Ungerleider和Mishkin<sup>[9]</sup>提出了颇具影响力的视觉加工通路假说。他们认为视觉系统由两个广泛的亚系统构成。腹侧加工通路(ventral stream)位于大脑腹侧,是初级视觉皮质(V1)向颞下皮质的纤维投射,主要负责客体识别(object recognition),又称What通路;背侧加工通路(dorsal stream)位于大脑背侧,是初级视觉皮质向顶后皮质的纤维投射,主要负责空间定位(spatial localization),又称Where通路。按照这个理论,偏侧忽略作为一种空间注意障碍可能与Where通路有关。

Karmath等<sup>[10]</sup>选择了49例急性右侧半球卒中后的忽略患者,排除有视野缺损及双侧半球均受损的患者,与有相似部位损伤而无忽略的患者进行了对比研究,提出颞上回(superior temporal gyrus,STG)的损伤是忽略发生的关键部位。他们认为这与在猴身上的研究结论一致,STG位于两个皮质视觉加工通路(What通路和Where通路)的过渡区域,普遍认为STG是接受两个通路的多种感觉信息的位置,即多

种感觉集中的表征位点,因此该部位的损伤可能引起不同感觉形式的忽略。这种标准排除了病灶范围广泛的忽略患者因而也降低了统计学效能。继而,他们又进一步扩大样本量,选择了140例右侧半球卒中的患者,调整了排除标准,非选择性地对其中的78例忽略患者进行了研究<sup>[11]</sup>。他们发现右侧颞上回、脑岛和皮质下壳核、尾状核的损伤在忽略患者中更显著。颞上回的嘴部和中部与壳核腹侧的尾部和嘴部相连,而颞上回的尾部更多的是通过背部投射到壳核的尾部。另外,颞上回的嘴部和中部也与尾状核的腹侧部相连,颞上回的尾部通过背部投射到尾状核的头和体。他们认为右侧颞上回,壳核及尾状核构成了连贯的皮质-皮质下网络,执行空间感知和意识的认知加工功能。脑岛是前庭平衡觉和颈部肌肉体感觉的皮质代表区,忽略患者的该功能被阻断。其对空间表征的影响尚不清楚。

随后的一项研究<sup>[12]</sup>,对所有入选病例均进行了磁共振扫描检测,他们发现大脑中动脉卒中的忽略患者都出现了顶叶角回的损伤,大脑后动脉卒中的忽略患者均出现了位于颞叶内侧面的海马旁回的损伤,海马旁回与顶叶有纤维联系,可能是顶叶信息传到海马的一个通路,他们认为以上两个部位是忽略发生的责任脑区。右侧基底核及丘脑的损伤也可能引起忽略的发生<sup>[17]</sup>,这些部位的损伤可能是引起了覆盖于其上的顶叶和额叶的低灌注或神经传导障碍。以上研究虽然结论不一,但都是以上两个通路的神经结点。有研究<sup>[13]</sup>报道局限于额叶的病灶也可出现忽略,这就不能用以上假说解释。

1992年Goodale和Milner<sup>[14]</sup>将这两个通路分别标记为“what”和“how”。这种分类方式关注的不是每条通路所使用信息的不同,而是信息转化和输出方式的不同。Goodale和Milner定义的“what”通路是运用多个参考框架来加工物体的特征,用于长期的表征;而“how”通路运用以自我为中心的参考框架实现视觉信息的转变,即时地为指向性的动作做准备。Ungerleider和Mishkin所定义的背侧通路负责所有的空间加工过程,然而Goodale and Milner的定义方式将背侧通路的功能描述为专门负责以自我为中心的参考框架下的行动的指导。后者的定义方式也改变了what通路的定义,将物体和空间加工过程置于两个通路,但是相对于观察者的目的定义了每一条通路的功能。因此按照该理论,两个通路均加工关于物体的结构及其空间位置的信息,并且受到注意调节

\* 基金项目:国家自然科学基金(30540058,30770714);北京市自然科学基金(7052030);北京市委组织部优秀人才基金、北京市科技计划项目(20005187040191-1)

1 首都医科大学宣武医院康复医学科,北京,100053

2 通讯作者

作者简介:岳月红,女,在读博士研究生

收稿日期:2009-05-15

的影响。Goodale 和 Milner<sup>[14]</sup>还认为,背侧通路表面上看存在对完整视野的表征,包括远的周边视野,但是该通路可能负责分辨率高的注意,因此通过提高注意集中度(如:从分心物中辨别目标或注意追踪),在执行近空间(较低的视野)的任务时占优势。与此相对,腹侧通路负责物体和场景的感知和表征(即 what),并且强烈的偏向于中央处的视觉(尤其是中央凹处)。腹侧通路通过空间分析,运动加工,深度加工,更加有效的急速眼动扫视和注意转换,在远空间(较高的视野)具有明显的视觉搜索优势。腹侧通路的损伤可能引起在远空间的忽略,这与眼动扫视障碍/注意转移障碍有关;而背侧通路的损伤可能影响近空间,这与集中注意和注意分辨率障碍有关。在临床实践中,多数忽略患者同时合并有腹侧和背侧通路的损伤,很难将近远空间注意损伤情况与两条通路的相关性进行分析。

Hillis 等<sup>[15]</sup>依据空间信息的心理表征过程中依据的参考框架的不同,将偏侧忽略分为:①以观察者为中心的忽略(viewer-centered neglect):空间坐标是观察者的视野范围或周围的空间,以观察者的视野,头或躯体的中线为中线。无论自己处于什么方位或刺激来自什么方位,患者只对损伤对侧空间的刺激物出现错误识别或忽略;②以刺激物为中心的忽略(stimulus-centered neglect):以刺激物的中线为中线。患者表现为对居于刺激物左侧(右侧脑损伤)一定范围的刺激产生错误识别或忽略。如对于“树”这个字,不管该字位于患者的左侧还是右侧,患者会因对位于该字左侧的“木”产生错误识别或忽略,而将其读为“对”;③以客体为中心的忽略(object-centered neglect):以具体物体的中线为中线。不管物体以何种方式呈现(如逆向,翻转镜像影),患者表现为对物体规范呈现时的左侧产生忽略。如对于单词 HORSE,H 相对的位置总是相同(位于 O 的“左边”),不管这个单词是以标准印刷体 HORSE,镜像-翻转印刷体,或被大声读出时,患者均对位于 O“左边”的字母产生忽略。他们<sup>[16]</sup>对 90 例急性非优势半球卒中的患者进行研究,入选病例为卒中发生后 48 小时之内的患者,经过一系列的忽略的筛查测验将病人分为以上三种,他们发现以观察者为中心的左侧忽略与右侧角回、右侧缘上回和右侧视觉相关皮质的低灌注或梗死相关;以刺激物为中心的偏侧忽略与颞上回的低灌注或梗死相关;以客体为中心的忽略与颞叶功能障碍有关。可见以观察者为中心的忽略(即自我为中心的忽略,egocentric neglect)与 How 通路的功能障碍相关,非自我为中心(allocentric neglect)的忽略与 What 通路的功能障碍相关。该结论进一步支持了视觉的两种加工通路假说,并验证了不同的参考框架下空间信息的表征对应于不同的通路。对忽略患者的细致分型可能对于阐明其发生机制很重要。然而不同参考框架下不同类型的忽略是否与以上两种加工通路一一对应目前尚无一致结论,还需进一步大样本的研究。

## 2 注意相关理论

### 2.1 两侧半球的功能不对称假说

右侧半球的损伤较左侧半球的损伤更可能导致严重而持久的忽略发生<sup>[18]</sup>。90%以上的忽略患者是由于右侧半球的

损伤引起的对左侧空间的忽略<sup>[19]</sup>。因此可以推测两侧半球在注意加工过程中地位不平等,右侧半球可能在某些方面占优势。

**2.1.1 右侧半球负责与注意相关的非空间加工过程的假说:**Corbetta 等<sup>[20]</sup>通过对来自正常人和动物实验的证据分析提出了注意网络学说。该学说认为存在背侧注意网络和腹侧注意网络。背侧注意网络位于两侧大脑半球对称的额叶及顶叶的背侧部位,当视野中的某物体引起观察者的注意,观察者转头朝向该物体时,这些区域被激活。背侧注意网络编码来自对侧空间的视觉信息的高级定位图。它管理空间注意和视觉-运动控制(眼-头运动),主要参与选择目标及作出目标指向性的反应。腹侧注意网络位于右侧大脑半球,包括 TPJ 及额叶的腹侧,调节背侧注意网络的活动。当新奇的或行为相关的刺激物未引起注意时,它能够打断背侧注意网络当时的活动,触发其将注意转向这些刺激物。腹侧网络脑区的损伤主要引起非空间偏侧化的功能障碍(如警觉,注意能力及注意的转换),即这种功能障碍不是针对某一侧的视野,而是整个视野范围。他们认为同时合并两个注意网络结构或功能损伤才能引起忽略。卒中引起的忽略多是导致腹侧注意网络结构的损伤<sup>[21]</sup>,因此其功能障碍可能是忽略发生的一个始动因素。通过运用功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging,fMRI)技术对忽略患者进行动态观察(卒中后 3—4 周至卒中后 6 个月),他们发现右侧额叶损伤后的忽略患者表现的空间注意障碍与结构完整的顶叶背侧和腹侧区域(在正常大脑中调节相关的注意活动)的活性异常有关;其功能的康复与这些区域的活性恢复和重新平衡有关。Fox 等<sup>[22]</sup>通过分析静息状态下正常人自发的连贯的 fMRI 信号也验证了以上两个很大程度上独立的并且功能上分离的注意网络。Husain 等<sup>[8]</sup>认为非偏侧化的功能障碍与忽略的发生相关,而且其相应功能障碍越严重,忽略表现越严重,支持以上假说。该假说首次提出了忽略反映的是非空间功能的偏侧化而不是空间功能的偏侧化。但是对于忽略患者多种多样的临床表现,如不同参考框架下的忽略,躯体的忽略和周围空间忽略,不同感觉形式的忽略,表征忽略(representational neglect)等,上述假说如何解释,尚需进一步的研究。

**2.1.2 右侧半球负责两侧空间注意的假说:**该假说<sup>[23—24]</sup>认为右侧额顶叶皮质的神经元调节和表征两侧空间的注意,而左侧相应部位的神经元主要调节和表征右侧空间的注意。按照这种假说,右侧半球的损伤后会出现严重的左侧空间忽略,而此时左侧半球对右侧空间的注意仍然保留。左侧半球损伤以后,右侧半球对两侧空间的注意和表征不受影响。该模式得到了功能脑成像研究的支持<sup>[25]</sup>。另一种相似的假说认为每一侧半球调节和表征两侧空间的注意,但是对两侧空间是一种非均等的表征,它是一种偏向对侧的呈一定坡度的注意调节和表征<sup>[26]</sup>,但是在左侧大脑半球这个坡度更陡<sup>[27]</sup>。换句话说,左侧大脑半球相关区域的大部分神经元负责对侧空间注意;而右侧相关区域的大部分神经元负责两侧空间注意。负责两侧空间的神经元与负责对侧空间的神经元的比例构成了空间注意的坡度<sup>[28]</sup>。然而,近来<sup>[29—30]</sup>以正常人为研究对象,定位额顶叶皮质高级视觉反应中枢的研究,并未发现在空间

表征或信号定向的过程中两侧半球的不对称。故以上假说尚需进一步的研究论证。

**2.1.3 其他：**最近Ruge等<sup>[31]</sup>用持续的短阵脉冲刺激(continuous Theta burst-stimulation,cTBS)分别刺激两侧大脑顶内沟的尾部,在健康人身上模拟“局灶性损伤”,同时用配对脉冲磁刺激来检测顶后皮质(PPC)和同侧的运动皮质(M1),发现cTBS作用于顶内沟的尾部降低了同侧PPC-M1联系,而对对侧大脑半球的作用却是不对称的。cTBS作用于右侧顶内沟导致左侧PPC-M1联系兴奋性增强,cTBS作用于左侧顶内沟导致右侧PPC-M1联系兴奋性减弱。他们推测右侧顶叶的损伤导致左侧PPC-M1联系去抑制,左侧半球相应功能增强;但是,左侧半球损伤导致右侧PPC-M1联系受抑制,而此时左侧半球相应功能也减弱,两侧半球功能处于均衡状态。这也解释右侧半球损伤比左侧半球损伤更易引起的忽略,可能是两侧半球功能不对称在忽略患者身上的体现。该论点尚需在忽略人群进一步的论证。

## 2.2 两侧半球竞争假说

该假说认为两侧大脑半球在注意选择和视觉表征呈现竞争机制,即当一侧大脑半球病损(常见右侧)以后,对侧空间(左侧)的定向注意和视觉信息表征障碍,同时对对侧(左侧)半球的抑制作用减弱,结果引起对侧(左侧)大脑半球相应功能活跃,产生强烈的向右边注意的倾向和对左边的忽略<sup>[32-33]</sup>。Koah等<sup>[34]</sup>利用经颅磁刺激研究发现右侧半球卒中后的忽略患者的左侧半球的顶叶后部与运动皮质联系的兴奋性明显高于健康对照组和右侧半球卒中而无忽略的患者组,对于以上假说提供了直接的依据。功能脑成像研究<sup>[21]</sup>也发现了这种推-拉(push-pull)机制,即在忽略患者急性期左侧顶叶背部皮质相对的高活性而右侧相对的低活性,随着功能恢复两侧半球的活性也重新平衡。另外,宋为群等<sup>[35]</sup>利用低频重复经颅磁刺激,抑制偏侧忽略患者健侧顶叶后部,患者的忽略症状得到了明显改善,为半球竞争理论提供了临床依据。

## 2.3 注意转换障碍假说

许多学者<sup>[36,11]</sup>认为由于注意转换发生障碍致患者不能将注意转向脑部病损的对侧空间,患者将注意过度集中于病损的同侧空间,或患者不能将注意从吸引的事物中解脱出来<sup>[30]</sup>。然而,有的学者<sup>[37]</sup>却发现,经过棱镜适应治疗后忽略患者的症状明显改善,在选择荒诞不经的面孔(幸福/笑面)中患者在两侧空间的急速眼动扫视更多集中在左侧空间,但仍然意识不到左半侧面孔,因此左侧空间不被表征不能够解释上述现象。因此该假说尚需进一步的论证。

## 2.4 非偏侧化的功能障碍

有研究表明忽略患者合并有非偏侧化的选择性注意<sup>[38]</sup>、持续性注意<sup>[39]</sup>、空间工作记忆<sup>[40]</sup>等方面的障碍。虽然这些功能障碍不是忽略患者所特有的,但是这些非偏侧化的功能障碍与忽略并存,会加重忽略症状,影响其恢复。

以上假说并不是相互矛盾或排斥的,可能是在不同的患者中不同的机制相互作用引起了忽略的发生。有学者<sup>[8]</sup>认为偏侧化的空间障碍与非偏侧化的功能障碍合并在引起了持久而严重的忽略的发生。

## 3 小结

偏侧忽略是各种原因引起的脑损伤后常见的功能障碍,卒中是引起忽略的最常见的原因。日常生活中大部分的信息是通过视觉获得的,忽略患者表现为功能上的偏盲(视野缺损),因此忽略的出现不仅影响正常生活而且阻碍了其功能康复。忽略的临床表现多种多样,可能与病灶的多样性相关。忽略的发生机制尚不清楚,深入研究忽略的临床表现的多样性、精确的解剖基础对于理解忽略的发生、发展,进而设计个体化治疗方案及阐明相关脑区的功能是很重要的。

## 参考文献

- [1] Bartolomeo P, Chokron S. Orienting of attention in left unilateral neglect[J]. Neurosci Biobehav Rev,2002,26(2):217—234.
- [2] Pierce RS,Buxbaum LJ. Treatments of unilateral neglect:A review [J]. Archives of Physicaland Medical Rehabilitation, 2002,83(2):256—268.
- [3] Stone SP, Wilson B, Wroot A, et al. The assessment of visuospatial neglect after acute stroke[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry,1991,54(4):345—350.
- [4] Bowen A, McKenna K, Tallis RC. Reasons for variability in the reported rate of occurrence of unilateral spatial neglect after stroke [J]. Stroke,1999,30(6):1196—1202.
- [5] Halligan PW, Fink GR, Marshall JC, et al. Spatial cognition: evidence from visual neglect [J]. Trends Cogn Sci,2003,7 (3):125—133.
- [6] Driver J,Vuilleumier P. Perceptual awareness and its loss in unilateral neglect and extinction[J]. Cognition,2001,79(1—2):39—88.
- [7] Vallar G. Extrapersonal visual unilateral spatial neglect and its neuroanatomy[J]. Neuroimage,2001,14(1 Pt 2):S52—S58.
- [8] Husain M, Rorden C. Non-spatially lateralized mechanisms in hemispatial neglect[J]. Nat RevNeurosci,2003,4(1):26—36.
- [9] Ungerleider LG, Mishkin M. Two cortical visual system.In Ingel DJ,Goodale MA,Mansfield RJW(Eds.).Analysis of visual behavior[M]. Cambridge,MA:The MIT Press. 1982,549—586.
- [10] Karnath HO,Ferber S,Himmelbach M. Spatial awareness is a function of the temporal not the posterior parietal lobe[J]. Nature, 2001,411(6840):950—953.
- [11] Karnath HO, Berger MF, Kuker W, et al. The anatomy of spatial neglect based on voxelwise statistical analysis: a study of 140 patients[J].Cereb Cortex,2004,14(10):1164—1172.
- [12] Mort D,Malhotra P,Mannan S, et al. The anatomy of visual neglect[J]. Brain,2003, 126(Pt9):1986—1997.
- [13] Walker R, Husain M, Hodgson TL, et al. Saccadic eye movement and working memory deficits following damage to human prefrontal cortex [J]. Neuropsychologia, 1998, 36 (11):1141—1159.
- [14] Goodale MA, Milner AD. Separate visual pathways for perception and action[J]. Trends Neurosci, 1992,15(1):20—25.
- [15] Hillis AE. Neurobiology of Unilateral Spatial Neglect[J].The Neuroscientist, 2006, 12:153—163.
- [16] Hillis AE, Newhart M, Heidler J, et al. The neglected role of the right hemisphere in spatial representation of words for reading[J]. Aphasiology, 2005,19:225—238.
- [17] Karnath HO,Himmelbach M,Rorden C. The subcortical anatomy of human spatial neglect: putamen,caudate nucleus and pulvinar[J]. Brain,2002,125(Pt 2):350—360.
- [18] Siman-Tov T,Mendelsohn A,Schonberg T,et al. Bihemispheric leftward bias in a visuospatial attention-related network [J]. J Neurosci,2007,27(42):11271—11278.
- [19] Corbetta M,Kincade MJ,Lewis C,et al. Neural basis and recovery of spatial attention deficits in spatial neglect[J]. Nat Neurosci, 2005, 8(11):1603—1610.
- [20] Corbetta M, ShulmanGL. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain [J]. Nat Rev Neurosci, 2002, 3(3):201—215.

- [21] He BJ,Snyder AZ,Vincent JL,et al. Breakdown of functional connectivity in frontoparietal networks underlies behavioral deficits in spatial neglect[J]. *Neuron*,2007,53(6):905—918.
- [22] Fox MD,Corbetta M,Snyder AZ,et al. Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attention systems [J]. *Proc Natl Acad Sci(USA)*,2006,103(26):10046—10051.
- [23] Mesulam MM. Spatial attention and neglect: parietal, frontal and cingulate contributions to the mental representation and attentional targeting of salient extrapersonal events [J]. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*,1999,354(1387):1325—1346.
- [24] Kim YH,Gitelman DR,Nobre AC,et al. The large-scale neural network for spatial attention displays multifunctional overlap but differential asymmetry [J]. *Neuroimage*, 1999,9 (3): 269—277.
- [25] Nobre AC,Sebestyen GN,Gitelman DR,et al. Functional localization of the system for visuospatial attention using positron emission tomography[J]. *Brain*,1997,120(Pt 3):515—533.
- [26] Kinsbourne M. Hemi neglect and hemisphere rivalry. In: Weinstein E, Friedland R, editors. *Hemi inattention and hemispheric specialization: advances in neurology* [M]. New York: Raven, 1977.92—105.
- [27] Barton J, Behrmann M, Black S. Ocular search during line bisection. The effects of hemi-neglect and hemianopia[J]. *Brain*, 1998, 121(Pt 6):1117—1131.
- [28] Pouget A, Driver J. Relating unilateral neglect to the neural coding of space[J]. *Curr Opin Neurobiol*,2000,10(2):242—249.
- [29] Sereno MI,Pitzalis S,Martinez A. Mapping of contralateral space in retinotopic coordinates by a parietal cortical area in humans[J]. *Science*,2001,294(5545):1350—1354.
- [30] Silver MA,Ress D,Heeger DJ. Topographic maps of visual spatial attention in human parietal cortex [J]. *J Neurophysiol*, 2005,94(2):1358—1371.
- [31] Ruge D,Greenwood R,Kacar A,et al. Asymmetry of interhemispheric interactions between human Parietal cortices:A basis for unilateral neglect[J]. *Brain Stimulation*,2008,1(3):321.
- [32] Hilgetag CC, Kötter R, Theoret H,et al. Bilateral competitive processing of visual spatial attention in the human brain [J]. *Neurocomputing*, 2003,52—54:793—798.
- [33] Hilgetag CC, Kötter R, Young MP. Inter-hemispheric competition of sub-cortical structures is a crucial mechanism in paradoxical lesion effects and spatial neglect [J]. *Prog Brain Res*,1999,121:121—141.
- [34] Koch G,Oliveri M,Cheeran B,et al. Hyperexcitability of parietal-motor functional connections in the intact left-hemisphere of patients with neglect [J]. *Brain*, 2008,131 (Pt 12): 3147—3155.
- [35] 宋为群,李永忠,杜博琪,等.低频重复经颅磁刺激治疗视觉空间忽略的临床研究[J].中国康复医学杂志,2007,6(22):483—486.
- [36] Losier BJ,Klein RM.A review of the evidence for a disengage deficit following parietal lobe damage [J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2001,25(1):1—13.
- [37] Ferber S, Danckert J, Joannis M, et al. Eye movements tell only half the story[J]. *Neurology*, 2003,60(11):1826—1829.
- [38] Husain M,Shapiro K,Martin J, et al. Abnormal temporal dynamics of visual attention in spatial neglect patients [J]. *Nature*, 1997,385(6612):154—156.
- [39] Robertson IH, Manly T, Beschin N, et al. Auditory sustained attention is a marker of unilateral spatial neglect[J]. *Neuropsychologia*,1997,35(12):1527—1532.
- [40] Husain M, Mannan S, Hodgson T,et al. Impaired spatial working memory across saccades contributes to abnormal search in parietal neglect[J]. *Brain*, 2001,124(Pt 5):941—952.

· 综述 ·

## 功能性磁共振成像技术在脑卒中患者功能康复中的应用

陈冲<sup>1</sup> 高晓平<sup>1,2</sup>

脑卒中是中老年人的常见病、多发病,其存活者中大多遗有不同程度的功能障碍,如运动、感觉、言语、认知等障碍。早期康复介入脑卒中患者的治疗后,其各种功能如运动、言语、认知及日常生活活动能力等可以有明显的改善<sup>[1—2]</sup>,但对脑卒中患者各种功能的改善与其对应损伤脑功能区的恢复和变化是否一致则还有很多不甚清楚的地方。功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging,fMRI)是近年来国内外新开展的一门通过磁共振成像了解脑功能区活动状况的影像技术。自20世纪90年代以来,fMRI完成了脑形态和脑功能检查的较好结合,具有无创性、无放射性、较高的时间和空间分辨率、功能成像与结构成像相结合、可多次重复操作等优点。由于其独特的优势,近年来fMRI技术得到了飞快的发展,在心理学、认知神经科学及临床神经科学、康复医学等领域都有较好的研究和临床应用价值<sup>[3—4]</sup>。

fMRI是目前研究脑功能成像的应用最广泛的方法之一。对脑卒中患者,fMRI能准确地判断病变特别是病变周围脑功能是否存在及脑功能区是否移位,能显示脑内特定区域中的功能变化与躯体局部感觉运动的关系,对治疗和预后判定有指导意义;还可以根据fMRI选择性地进行康复治疗<sup>[5]</sup>。fMRI

已被公认为是评估脑卒中患者的一种比较可靠的方法<sup>[6]</sup>。以下主要就fMRI在脑卒中患者功能康复中的应用现状及最新进展进行综述。

### 1 fMRI的基本知识

fMRI是通过一定的刺激使大脑皮质各功能区在磁共振设备上成像的方法,它结合了功能、影像和解剖三方面的因素,是一种在活体人脑定位各功能区的有效方法,包括各种灌注加权磁共振成像技术(PWI)、各种弥散加权磁共振成像技术(DWI)、磁共振波谱和波谱成像技术(MRS)以及血氧水平依赖磁共振成像技术(blood-oxygen level dependent functional MR imaging,BOLD-fMRI)。目前应用最广泛的是BOLD-fMRI成像,也就是通常所说的fMRI。

BOLD-fMRI成像的基本原理主要是神经元活动引起局部脑组织血流量增加,氧合血红蛋白增加,而局部耗氧量增加

1 安徽医科大学第一附属医院康复运动科,合肥,230022

2 通讯作者

作者简介:陈冲,男,主任医师

收稿日期:2009-05-31