

本文引用:李清华,刘新,李健康,等. 头颅 CT 与磁共振成像对急性血行播散型肺结核并发结核性脑膜炎的诊断价值比较[J]. 新乡医学院学报,2022,39(8):772-776. DOI:10.7683/xyxyxb.2022.08.014.

【临床研究】

# 头颅 CT 与磁共振成像对急性血行播散型肺结核并发结核性脑膜炎的诊断价值比较

李清华, 刘 新, 李健康, 赵 畅, 吴 寒, 刘继伟, 丁成智, 梁瑞霞  
(河南省胸科医院/河南省结核病临床医学研究中心,河南 郑州 450008)

**摘要:** **目的** 比较头颅 CT 与头颅磁共振成像(MRI)对急性血行播散型肺结核(HDPT)并发结核性脑膜炎(TBM)的诊断价值。**方法** 选择2012年7月至2019年5月河南省胸科医院收治的50例急性HDPT并发TBM患者为研究对象,患者均行头颅CT平扫、MRI平扫和增强扫描,比较头颅CT平扫、MRI平扫和增强扫描对急性HDPT并发TBM的诊断阳性率。**结果** 头颅CT平扫对急性HDPT并发TBM的诊断阳性率为72.0%(36/50),对早期急性HDPT并发TBM的诊断阳性率为12.5%(1/8);头颅MRI平扫对急性HDPT并发TBM的诊断阳性率为84.0%(42/50),对早期急性HDPT并发TBM的诊断阳性率为62.5%(5/8);头颅MRI增强扫描对急性HDPT并发TBM的诊断阳性率为96.0%(48/50),对早期急性HDPT并发TBM的诊断阳性率为87.5%(7/8)。MRI增强扫描对急性HDPT并发TBM的诊断阳性率显著高于MRI平扫和头颅CT平扫( $\chi^2=4.000, 10.714, P<0.05$ ),MRI平扫对急性HDPT并发TBM的诊断阳性率显著高于头颅CT平扫( $\chi^2=4.320, P<0.05$ )。MRI平扫和增强扫描对早期急性HDPT并发TBM的诊断阳性率显著高于头颅CT平扫( $\chi^2=4.270, 9.000, P<0.05$ ),MRI平扫与增强扫描对早期急性HDPT并发TBM的诊断阳性率比较差异无统计学意义( $\chi^2=2.620, P>0.05$ )。**结论** 头颅MRI检查对急性HDPT并发TBM的临床诊断阳性率高于头颅CT,尤其是对早期急性HDPT并发TBM患者的诊断阳性率更高。

**关键词:** 急性血行播散型肺结核;结核性脑膜炎;CT;磁共振成像  
**中图分类号:** R52 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-7239(2022)08-0772-05

## Comparison of diagnostic value of head CT and magnetic resonance imaging for acute hematogenous disseminated pulmonary tuberculosis complicated with tuberculous meningitis

LI Qinghua, LIU Xin, LI Jiankang, ZHAO Chang, WU Han, LIU Jiwei, DING Chengzhi, LIANG Ruixia  
(Henan Provincial Chest Hospital /Henan Clinical Medical Research Center of Tuberculosis, Zhengzhou 450008, Henan Province, China)

**Abstract:** **Objective** To compare the diagnostic value of head CT and magnetic resonance imaging (MRI) for acute hematogenous disseminated pulmonary tuberculosis (HDPT) complicated with tuberculous meningitis (TBM). **Methods** A total of 50 patients with acute HDPT complicated with TBM admitted to Henan Provincial Chest Hospital from July 2012 to May 2019 were selected as the study subjects. All patients underwent head CT plain scan, MRI plain scan and MRI enhanced scan. The positive rate of CT plain scan, MRI plain scan and MRI enhanced scan in diagnosis of acute HDPT complicated with TBM was compared. **Results** The positive rate of head CT plain scan in diagnosis of acute HDPT complicated with TBM was 72.0% (36/50), and the positive rate of head CT plain scan in diagnosis of early acute HDPT complicated with TBM was 12.5% (1/8); the positive rate of MRI plain scan in diagnosis of acute HDPT complicated with TBM was 82.0% (41/50), and the positive rate of MRI plain scan in diagnosis of early acute HDPT complicated with TBM was 50.0% (4/8); the positive rate of MRI enhanced scan in diagnosis of acute HDPT complicated with TBM was 96.0% (48/50), and the positive rate of MRI enhanced scan in diagnosis of early acute HDPT complicated with TBM was 87.5% (7/8). The positive rate of MRI enhanced scan in diagnosis of acute HDPT complicated with TBM was significantly higher than that of MRI plain scan and head CT scan ( $\chi^2=4.000, 10.714; P<0.05$ ), the positive rate of MRI plain scan in diagnosis of acute HDPT complicated

with TBM was significantly higher than that of head CT plain scan( $\chi^2 = 4.320, P < 0.05$ ). The positive rate of MRI plain scan and enhanced scan in diagnosis of early acute HDPT complicated with TBM was significantly higher than that of CT plain scan ( $\chi^2 = 4.270, 9.000; P < 0.05$ ), and there was no significant difference in the positive rate in diagnosis of early acute HDPT complicated with TBM between MRI plain scan and MRI enhanced scan ( $\chi^2 = 2.620, P > 0.05$ ). **Conclusion** The positive rate of MRI in the clinical diagnosis of acute HDPT complicated with TBM is higher than that of CT, especially it has higher positive rate in the diagnosis of early acute HDPT complicated with TBM.

**Key words:** acute hematogenous disseminated tuberculosis; tuberculous meningitis; CT; magnetic resonance imaging

结核病是目前全球死亡的十大原因之一,我国结核病发病率呈升高趋势<sup>[1]</sup>。血行播散性肺结核(hematogenous disseminated pulmonary tuberculosis, HDPT)是由原发性肺结核进展而成,又被称为粟粒型肺结核。HDPT 主要是由于结核分枝杆菌在短时期内大规模入侵血液循环系统所致<sup>[2]</sup>;也可是其他结核干酪样病灶破裂后,再经血液循环系统传播至人体各脏器而引起的一种急型症状结核病变。HDPT 起病急,全身中毒症状重,可发生于任何年龄,以青少年、儿童多见。急性 HDPT 可并发肺外结核,如结核性脑膜炎(tuberculous meningitis, TBM)、骨结核、结核性胸膜炎、淋巴结核等。TBM 是急性 HDPT 较为常见的并发症,严重者可导致患者死亡<sup>[3-4]</sup>。HDPT 并发 TBM 与单纯 HDPT 患者在临床表现、治疗方案、治愈率、致残率及预后等方面明显不同,早期诊断对改善患者预后十分重要。因脑脊液涂片结核菌检查的阳性率仅约为 2%~20%<sup>[5-6]</sup>,影像学辅助检查则显得尤为重要。既往头颅 CT 检测是 TBM 的最主要影像学检查方法<sup>[7]</sup>。最近几年,磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)逐渐应用于急性 HDPT 并发 TBM 患者的诊断<sup>[6]</sup>。本研究回顾性分析河南省胸科医院 2012 年 7 月至 2019 年 5 月收治的急性 HDPT 并发 TBM 患者的头颅 CT 平扫、MRI 平扫和增强扫描资料,比较 CT 平扫、MRI 平扫和增强扫描对急性 HDPT 并发 TBM 的诊断价值,以期临床急性 HDPT 并发 TBM 的早期诊断提供检查方法的选择依据。

# 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择 2012 年 7 月至 2019 年 5 月河南省胸科医院收治的 50 例临床确诊急性 HDPT 并发 TBM 患者为研究对象,其中男 21 例,女 29 例;年龄 0.8~87.0(33.0±1.8)岁,15 岁以下 8 例(16.0%),15~35 岁 31 例(62.0%),>35 岁 11 例(22.0%);临床症状:咳嗽 30 例(60.0%),高热 28

例(56.0%),纳差 30 例(60.0%),头痛 14 例(28.0%),喷射状呕吐 10 例(20.0%),视物模糊 8 例(16.0%),突发抽搐 2 例(4.0%),意识嗜睡、昏迷 5 例(10.0%)。50 例患者中,8 例(16.0%)无颅高压症状、脑脊液实验室检查正常为早期急性 HDPT 并发 TBM 患者,42 例患者脑脊液实验室检查结果支持 TBM 诊断。病例纳入标准:(1)符合《临床诊疗指南》<sup>[7]</sup>、《临床结核病学》<sup>[8]</sup>、《颅内结核影像学分型专家共识》<sup>[9]</sup>中 HDPT 诊断标准和 TBM 诊断标准,患者多有乏力、发热、盗汗、纳差等结核中毒症状及肺部症状,以及头痛、呕吐、视物不清或意识障碍、癫痫、抽搐、颈项强直等脑膜刺激征阳性症状和体征;(2)患者行头颅 CT 平扫、MRI 平扫和增强扫描;(3)患者签署知情同意书;(4)临床资料完整。排除标准:(1)起搏器植入、体内手术等有金属植入者;(2)怀孕 3 个月以内者;(3)不能静卧 10 min 以上者;(4)抗结核治疗无效者;(5)其他性质的脑膜炎患者;(6)有严重感染、肝肾功能损伤、心脑血管疾病及精神性疾病等。本研究获得医院医学伦理委员会审核批准。

## 1.2 检查方法

**1.2.1 头颅 CT 扫描** 使用 Philips 64 层 CT 仪进行常规平扫。患者取仰卧位,入床方式为头先入。常规平扫参数:管电流 400 mAs,管电压 120 kV,螺距 0.3,球管旋转时间 0.5 s,采集层厚 0.625 mm,重建层厚 5.0 mm 和 1.0 mm,矩阵 512×512。

**1.2.2 头颅 MRI 扫描** 使用联影 UMR770 3.0T 超导磁共振成像仪行头颅平扫+增强扫描,横断面扫描为从颅顶至颅底水平。扫描技术参数:层厚 5.0 mm,间距 1.0 mm,视野(field of view, FOV) 256 mm×256 mm,重建矩阵 512×512。采用标准 24 通道的头颈部联合输入电流线圈, MRI 平扫方案:快速自旋回波(fast spin echo, fse)的 T1 和 T2 加权图像,并采用反转恢复技术(fluid attenuated inversion recovery, FLAIR),频率选择法脂肪抑制技术(fat

suppression,FS),平面回波技术的扩散加权成像(echo planar imaging diffusion weighted imaging,EPI-DWI)扩散系数(B值)为0和1 000。头颅平扫结束后,将增强扫描对比剂钆喷酸葡甲胺经手肘静脉注射,剂量为 $0.2\text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,注射流速为 $1.5\text{ mL}\cdot\text{s}^{-1}$ ,对比剂注射后再注射20 mL生理盐水,注射结束30 s后,FOV  $256\text{ mm}\times 256\text{ mm}$ ,重建矩阵 $512\times 512$ ,开始增强扫描;增强(contrast,+C)扫描为梯度回波序列(GRE)的T1加权图像并附带有T1加权的GRE各向同性的三维(3D)成像;扫描方位有轴位(tra)、矢状位(sag)、冠状位(cor);扫描协议为:T2\_fse\_Flair\_tra\_fs、T1\_fse\_Flair\_tra、T1\_fse\_Flair\_sag、T2\_fse\_tra、EPI\_DWI\_tra、T1\_GER\_tra+C、T1\_GER\_sag+C、T1\_GER\_cor+C、T1\_GER\_FSP\_3D\_tra+C。

**1.3 观察指标** (1)根据TBM患者影像学分型分为脑实质结核、脑膜结核及混合性颅内结核<sup>[10]</sup>,观察3种类型TBM的头颅CT平扫和MRI影像学特点;(2)比较头颅CT平扫与头颅MRI平扫和增强扫描对急性HDPT并发TBM以及早期急性HDPT并发TBM的诊断阳性率,诊断阳性率=检测异常例数/总例数 $\times 100\%$ 。

**1.4 统计学处理** 应用SPSS 25.0软件进行数据统计与分析,计数资料以例数和百分率表示,两两比较采用 $\chi^2$ 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 头颅CT平扫影像学特点** 50例急性HDPT并发TBM患者中36例头颅CT平扫有异常病灶:24例为脑膜结核,表现为基底池、侧脑池脑膜增厚,呈等、稍高密度,或脑膜增厚、部分脑池不均匀狭窄,或脑室轻度扩大,其中5例表现为顶叶脑沟呈轻度局限性不均匀狭窄;11例为脑实质结核,表现为脑实质病灶,其中5例表现为双侧额叶多发类圆形斑片状稍高密度影,3例表现为右侧顶叶或脑桥多发类圆形斑片状稍高密度影,3例表现为双侧顶叶稍高密度影及临近脑组织密度减低脑梗死表现;1例为混合型颅内结核(脑膜及脑实质病灶),表现为右侧额叶及颞叶多个大小不一、类圆形稍高密度影(4个病灶),最大截面长径约23 mm,短径约17 mm,边界不清,邻近脑沟变窄,并伴有两侧侧脑室扩张。其余14例(28.0%)CT平扫未见明显异常。

**2.2 头颅MRI平扫和增强扫描影像学特点** 50

例患者中,头颅MRI平扫提示26例(52.0%)为脑膜结核,头颅MRI增强扫描提示28例(56.0%)为脑膜结核,表现为单纯脑膜增厚及强化,位置在基底池和侧裂池,其中18例(36.0%)患者基底池和侧裂池脑膜为线条样的高信号,厚薄欠一致;10例(20.0%)患者为局部不均匀脑膜增厚,出现斑块、条状、片状等不均匀的信号,2例并发脑室扩大。头颅MRI平扫提示14例为(28.0%)脑实质结核,头颅MRI增强扫描提示18例(32%)为脑实质结核,表现为小脑、脑干、及大脑之间广泛散布的结节形或粟粒形的病灶,以大脑幕上为多;其中8例为直径2~5 mm、均匀一致的弥散性粟粒结节,3例合并为局限性脑梗死灶;7例(14.0%)显示为10 mm以上结节,位于双侧额叶、右侧顶叶、左侧颞叶及小脑半球、脑干脑桥部位。18例脑实质结核患者中8例无头痛、呕吐等颅脑症状,10例(28%)出现头痛等颅脑症状;脑脊液检查结果正常8例,脑脊液实验室检查结果异常10例。头颅MRI平扫和增强扫描均提示2例(8.0%)为混合型颅内结核,MRI平扫表现为脑实质病变及脑膜增厚,增强扫描表现为脑膜均匀强化或厚薄不一的强化,脑实质病灶边缘呈环形强化信号;其中1例已融合为脑膜结核瘤,中心低密度影和典型的边缘环状增强。

**2.3 头颅CT平扫与头颅MRI平扫和增强扫描诊断阳性率比较** 头颅CT平扫对急性HDPT并发TBM诊断阳性率为72.0%(36/50),对早期急性HDPT并发TBM诊断阳性率为12.5%(1/8);头颅MRI平扫对急性HDPT并发TBM诊断阳性率为84.0%(42/50),对早期急性HDPT并发TBM诊断阳性率为62.5%(5/8);头颅MRI增强扫描对急性HDPT并发TBM诊断阳性率为96.0%(48/50),对早期急性HDPT并发TBM诊断阳性率为87.5%(7/8)。MRI增强扫描对急性HDPT并发TBM诊断阳性率显著高于头颅MRI平扫和头颅CT平扫,差异有统计学意义( $\chi^2=4.000$ 、 $10.714$ , $P<0.05$ );头颅MRI平扫对急性HDPT并发TBM检测阳性率高于头颅CT平扫,差异有统计学意义( $\chi^2=4.320$ , $P<0.05$ )。头颅MRI平扫和增强扫描对早期急性HDPT并TBM诊断阳性率显著高于头颅CT平扫,差异有统计学意义( $\chi^2=4.270$ 、 $9.000$ , $P<0.05$ );头颅MRI平扫与增强扫描对早期急性HDPT并发TBM诊断阳性率比较差异无统计学意义( $\chi^2=2.620$ , $P>0.05$ )。

### 3 讨论

急性 HDPT 并发 TBM 是由结核分枝杆菌经血液和循环系统进入大脑,流经室管膜及颅底软脑膜,并造成脑组织损伤,导致脑膜水肿及外渗。TBM 占结核病的 1.0%,其发病率在肺外结核中占 5%~10%<sup>[11-13]</sup>。TBM 患者在感染初期无特殊临床表现,大多数患者表现为反应迟钝,偶伴低热、纳差、消瘦等表现,晚期则会发生嗜睡、喷射性呕吐、视物模糊等症状,危重者甚至出现昏迷,可遗留偏瘫,导致患者生活质量低下。在成年人中如果 TBM 未被及时发现,可导致结核病病变加重,发展到结核性脑脓肿、脑梗死及脑出血等继发改变,出现意识模糊和昏迷等症状,约有 20%~30% 的 TBM 患者遗留永久性后遗症,病情严重者可致残<sup>[14-16]</sup>,病死率约占 13%~72%<sup>[17]</sup>。TBM 如果在疾病早期能得到及时诊断并进行合理治疗,其病死率可降低至 0%~3%。因此,TBM 早期诊断及治疗十分重要。TBM 的诊断主要是根据症状体征、脑部影像学检测、头颅脑脊液实验室检查作出综合诊断<sup>[18]</sup>。《2019 中国中枢神经系统结核病诊疗指南》规定如无病原学诊断证据,需考虑多指标的临床诊断评分<sup>[19]</sup>。目前,急性 HDPT 并发 TBM 早期诊断尚缺乏高效、简便的方法,细菌学阳性率低而不能满足对结核性脑膜炎早期、快速诊断的要求,头颅 CT 平扫容易漏诊;因而需要探讨新的检测方法对急性 HDPT 并发 TBM 患者进行临床诊断,尤其对于早期急性 HDPT 并发 TBM 的临床诊断极为重要。近年来,头颅 MRI 检查在急性 HDPT 并发 TBM 诊断中的应用开始被重视<sup>[20]</sup>,且显示出较高诊断价值。但目前关于头颅 CT 平扫与 MRI 检查对急性 HDT 并发 TBM 的诊断价值的比较研究较少。

本研究结果显示,50 例急性 HDPT 并发 TBM 患者中 36 例头颅 CT 平扫有异常病灶,其中 24 例为脑膜结核,表现为基底池、侧脑池脑膜增厚,呈等、稍高密度,脑膜增厚、部分脑池不均匀狭窄,或脑室轻度扩大;11 例为脑实质结核,表现为脑实质病灶,其中 5 例表现为双侧额叶多发类圆形斑片状稍高密度影,3 例表现为右侧顶叶或脑桥多发类圆形斑片状稍高密度影,3 例表现为双侧顶叶稍高密度影及临近脑组织密度减低脑梗死表现;1 例为混合型颅内结核,表现为右侧额叶及颞叶可见多个大小不一、类圆形稍高密度影。说明 CT 平扫能发现急性 HDPT

并发 TBM 患者的颅内异常病灶,对其诊断有一定临床价值。但其余 14 例(28.0%)患者 CT 平扫未见明显异常,推测 CT 平扫未见明显异常的原因可能是大脑实质上的呈粟粒结节病灶直径太小,大多数病灶周围的水肿相对很轻,未呈现异常而导致无法影像识别;且轻度患者部分脑膜病灶因病灶范围局限,而在 CT 平扫时无法被发现。因此,提示对于无临床症状、脑脊液检测正常、病灶较小的早期 HDPT 并发 TBM 患者,仅通过头颅 CT 检查来诊断可能会遗漏诊断,延误患者治疗。

本研究对 50 例患者进行头颅 MRI 平扫和增强扫描检查,结果显示,脑膜结核患者头颅 MRI 平扫和增强扫描表现为单纯脑膜增厚及强化,位置在基底池和侧裂池。脑实质结核患者头颅 MRI 增强提示单纯脑实质病灶,可见在小脑、脑干及大脑之间广泛散布的结节形或粟粒形的病灶,以大脑幕上为多;2 例混合型颅内结核患者中头颅 MRI 平扫和增强均可发现异常信号,MRI 平扫提示脑实质病变及脑膜增厚,增强后表现为脑膜均匀强化或厚薄不一的强化,脑实质病灶边缘呈环形强化信号。说明 MRI 扫描对脑内结核病灶检测的灵敏度较好,不但可以显示病灶的大小、形状和水肿范围,而且清晰地显示软组织,甚至可以发现较小的结核结节,从而能很清楚地呈现出大脑实质内粟粒型病灶、脑池渗透性病变、结核性脑脓肿、脑出血和脑梗死等。此外,本研究结果显示,MRI 平扫和增强扫描对急性 HDPT 并发 TBM 诊断阳性率及早期急性 HDPT 并 TBM 患者诊断阳性率显著高于头颅 CT 平扫,而 MRI 增强扫描对急性 HDPT 并发 TBM 的诊断阳性率显著高于 MRI 平扫,说明相较于 MRI 平扫和 CT 平扫,MRI 增强扫描对急 HDPT 并发 TBM 的临床诊断价值高。而 MRI 平扫与增强扫描对早期急性 HDPT 并发 TBM 诊断阳性率无明显差异,可能与病例数过少有关,尚需进一步扩大样本量进步研究。因此,建议对急性 HDPT 特别是早期急性 HDPT 患者行头颅 MRI 增强扫描检查<sup>[21]</sup>,以便于发现头颅 CT 检查或头颅 MRI 平扫不能发现的异常信号,早期诊断是否并发 TBM,并给予治疗,从而改善患者的预后。

综上所述,头颅 MRI 增强扫描对于急性 HDPT 并发 TMB 特别是早期急性 HDPT 并发 TMB 患者是一种较为理想的影像学检测手段,能够为临床确诊、治疗和预后评估提供有力的影像学依据。

## 参考文献:

- [1] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global tuberculosis report 2019[R/OL]. (2022-06-28) [2019-10-15]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565714>.
- [2] DAVIS A G, ROHLWINK U K, PROUST A, et al. The pathogenesis of tuberculous meningitis[J]. *J Leukoc Biol*, 2019, 105(2): 267-280.
- [3] CHIN J H. Tuberculous meningitis; a neglected tropical disease[J]. *Neurol Clin Pract*, 2019, 9(2): 152-154.
- [4] SEDDON J A, THWAITES G E, TUBERCULOUS MENINGITIS INTERNATIONAL RESEARCH CONSORTIUM. Tuberculous meningitis; new tools and new approaches required[J]. *Wellcome Open Res*, 2019, 4: 181.
- [5] 陈莎, 黄永国, 李长振, 等. 中枢神经系统感染患儿免疫学检测、脑电图及影像学分析[J]. 实用儿科临床杂志, 2012, 27(21): 1677-1678.  
CHEN S, HUANG Y G, LI C Z, et al. Analysis of immunology detection, electroencephalogram and imaging examination in children with central nervous system infection[J]. *J Appl Clin Pediatr*, 2012, 27(21): 1677-1678.
- [6] 黄麦玲, 马艳, 王桂荣, 等. 头颅 MR 增强扫描在急性血行播散性肺结核患者中筛查结核性脑膜炎的价值[J]. 中国防痨杂志, 2019, 41(1): 36-41.  
HUANG M L, MA Y, WANG G R, et al. The screening value of cranial MR enhancement scan for tuberculous meningitis in patients with acute hematogenous disseminated pulmonary tuberculosis[J]. *Chin J Antitubercul*, 2019, 41(1): 36-41.
- [7] 中华医学会. 临床诊疗指南·结核病分册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 19-23.  
CHINESE MEDICAL ASSOCIATION. Clinical diagnosis and treatment guide: tuberculosis volume[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2005: 19-23.
- [8] 唐神结, 高文. 临床结核病学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 35Z.  
TANG S J, GAO W. Clinical tuberculosis[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2011: 35Z.
- [9] 中华医学会结核病学分会, 颅内结核影像学分型专家共识编写组. 颅内结核影像学分型专家共识[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(11): 805-809.  
TUBERCULOUS BRANCH OF CHINESE MEDICAL ASSOCIATION, EXPERT CONSENSUS COMPILATION GROUP OF INTRACRANIAL TUBERCULOSIS IMAGING CREDIT TYPE. Expert consensus on the classification of intracranial tuberculosis imaging[J]. *Chin J Tubercul Respir Dis*, 2015, 38(11): 805-809.
- [10] MARAIS S, THWAITES G, SCHOEMAN J F, et al. Tuberculous meningitis; a uniform case definition for use in clinical research[J]. *Lancet Infect Dis*, 2010, 10(11): 803-812.
- [11] 李多, 吕岩, 王岳, 等. 颅内结核核磁共振影像分型与患者预后的关系[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2020, 43(1): 27-34.  
LI D, LYU Y, WANG Y, et al. The association of magnetic resonance imaging findings with prognosis of patients with intracranial tuberculosis[J]. *Chin J Tubercul Respir Dis*, 2020, 43(1): 27-34.
- [12] DONOVAN J, FIGAJI A, IMRAN D, et al. The neurocritical care of tuberculous meningitis[J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18(8): 771-783.
- [13] 宁锋钢, 周新华, 侯代伦, 等. 成年血行播散性肺结核并发颅内结核的临床及头颅 MRI 表现特征[J]. 中国防痨杂志, 2020, 42(1): 19-25.  
NING F G, ZHOU X H, HOU D L, et al. MR imaging features of hematogenous pulmonary tuberculosis accompanied with intracranial tuberculosis in adult patients[J]. *Chin J Antitubercul*, 2020, 42(1): 19-25.
- [14] 黄麦玲, 马艳, 陈红梅, 等. 44 例老年结核性脑膜炎的临床特征分析[J]. 中国防痨杂志, 2017, 39(8): 883-889.  
HUANG M L, MA Y, CHEN H M, et al. Analysis on clinical characteristics in 44 elderly patients with tuberculous meningitis[J]. *Chin J Antitubercul*, 2017, 39(8): 883-889.
- [15] MÉCHAÏ F, BOUCHAUD O. Tuberculous meningitis; challenges in diagnosis and management[J]. *Rev Neurol (Paris)*, 2019, 175(7-8): 451-457.
- [16] KHAN M K, ISLAM M N, FERDOUS J, et al. An overview on epidemiology of tuberculosis[J]. *Mymensingh Med J*, 2019, 28(1): 259-266.
- [17] JAIN S K, TOBIN D M, TUCKER E W, et al. Tuberculous meningitis; a roadmap for advancing basic and translational research[J]. *Nat Immunol*, 2018, 19(6): 521-525.
- [18] GARG R K. Microbiological diagnosis of tuberculous meningitis; phenotype to genotype[J]. *Indian J Med Res*, 2019, 150(5): 448-457.
- [19] 中华医学会结核病学分会结核性脑膜炎专业委员会. 2019 中国中枢神经系统结核病诊疗指南[J]. 中华传染病杂志, 2020, 38(7): 400-408.  
TUBERCULOUS MENINGITIS PROFESSIONAL COMMITTEE, TUBERCULOSIS BRANCH, CHINESE MEDICAL ASSOCIATION. 2019 Chinese guidelines for the diagnosis and treatment of central nervous system tuberculosis[J]. *Chin J Infect Dis*, 2020, 38(7): 400-408.
- [20] MARTIN A S, FELIX W, CHRISTIAN F, et al. Central nervous system tuberculosis[J]. *Clin Neuroradiol*, 2019, 29(1): 3-18.
- [21] 王建东, 王岩, 李杰. 核磁共振成像与脑脊液分析在中枢神经系统感染鉴别诊断中的价值[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(16): 3731-3732, 3735.  
WANG J D, WANG Y, LI J. Application of magnetic resonance imaging and cerebrospinal fluid analysis in identification of central nervous system infections[J]. *Chin J Nosocomiol*, 2015, 25(16): 3731-3732, 3735.