



(扫描二维码查看原文)

· 诊治分析 ·

高分辨率 MRI 和动态对比增强 MRI 在中枢神经系统血管炎诊断和预后评估中的应用价值

唐鑫¹, 敬方园², 谢欢¹, 钱晓东¹, 李超¹, 林果¹

【摘要】 背景 高分辨率 (HR)-MRI 可以对血管腔壁清晰成像, 动态对比增强 (DCE)-MRI 可以评估血-脑脊液屏障 (BBB) 的完整性。**目的** 分析 HR-MRI 和 DCE-MRI 在中枢神经系统血管炎诊断和预后评估中的应用价值。**方法** 选取 2019 年 7 月至 2020 年 9 月在广安市人民医院放射科经 3D TOF-MRA 诊断为单侧大脑中动脉 M1 段狭窄并疑似中枢神经系统血管炎的患者 36 例, 均行 HR-MRI、DCE-MRI 检查, 记录患者中枢神经系统血管炎检出率及其一般资料、管腔狭窄程度和范围、BBB 通透性改变情况。**结果** 36 例患者中 23 例 (占 63.9%) 确诊为中枢神经系统血管炎, 其中脑梗死急性-亚急性期 10 例、脑梗死慢性期 3 例、无脑梗死 10 例。无脑梗死、脑梗死慢性期及脑梗死急性-亚急性期患者管腔狭窄程度和范围比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。脑梗死急性-亚急性期患者缺血梗死灶区容量转移常数 (K^{trans}) 高于无脑梗死患者 ($P < 0.05$)。脑梗死慢性期患者缺血梗死灶区 K^{trans} 高于缺血对侧镜像区 ($P < 0.01$)。仅 2 例患者于治疗 6 个月后进行复查, 其缺血梗死灶区 K^{trans} 低于治疗前 ($P < 0.05$)。脑梗死急性-亚急性期患者缺血梗死灶区 K^{trans} 高于缺血对侧镜像区 ($P < 0.05$)。治疗 6 个月后, 缺血梗死灶区 K^{trans} 低于治疗前 ($P < 0.05$)。**结论** HR-MRI 可以评估管腔狭窄程度和范围, 且对伴有单侧大脑中动脉 M1 段狭窄的中枢神经系统血管炎具有一定诊断价值; DCE-MRI 可以定量检测中枢神经系统血管炎患者 BBB 的通透性, 进而评价患者预后。

【关键词】 中枢神经系统血管炎; 高分辨率 MRI; 动态对比增强 MRI; 诊断; 预后

【中图分类号】 R 743.9 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2021.00.059

唐鑫, 敬方园, 谢欢, 等. 高分辨率 MRI 和动态对比增强 MRI 在中枢神经系统血管炎诊断和预后评估中的应用价值 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30 (3): 122-125. [www.syxnf.net]

TANG X, JING F Y, XIE H, et al. Application value of high-resolution MRI and dynamic contrast-enhanced MRI in the diagnosis and prognostic evaluation of central nervous system vasculitis [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2022, 30 (3): 122-125.

Application Value of High-resolution MRI and Dynamic Contrast-enhanced MRI in the Diagnosis and Prognostic Evaluation of Central Nervous System Vasculitis TANG Xin¹, JING Fangyuan², XIE Huan¹, QIAN Xiaodong¹, LI Chao¹, LIN Guo¹

1. Department of Radiology, Guang'an People's Hospital, Guang'an 638000, China

2. Department of Radiology, Suining First People's Hospital, Suining 629200, China

基金项目: 2018 年度重庆市第十三批科技计划项目 (cstc2018jscx-msyb0383)

1.638000 四川省广安市人民医院放射科 2.629200 四川省遂宁市第一人民医院放射科

通信作者: 敬方园, E-mail: 3318787904@qq.com

[15] KIM L J, KLOPFENSTEIN J D, ZABRAMSKI J M, et al. Analysis of pain resolution after surgical resection of intramedullary spinal cord cavernous malformations [J]. Neurosurgery, 2006, 58 (1): 106-111. DOI: 10.1227/01.neu.0000192161.95893.d7.

[16] JALLO G I, FREED D, ZARECK M, et al. Clinical presentation and optimal management for intramedullary cavernous malformations [J]. Neurosurg Focus, 2006, 21 (1): e10. DOI: 10.3171/foc.2006.21.1.11.

[17] OGILVY C S, LOUIS D N, OJEMANN R G. Intramedullary

cavernous angiomas of the spinal cord: clinical presentation, pathological features, and surgical management [J]. Neurosurgery, 1992, 31 (2): 219-229. DOI: 10.1227/00006123-199208000-00007.

[18] GROSS B A, DU R, POPP A J, et al. Intramedullary spinal cord cavernous malformations [J]. Neurosurg Focus, 2010, 29 (3): E14. DOI: 10.3171/2010.6.FOCUS10144.

(收稿日期: 2021-11-05; 修回日期: 2022-01-04)

(本文编辑: 张浩)

Corresponding author: JING Fangyuan, E-mail: 3318787904@qq.com

【Abstract】 Objective High-resolution (HR) -MRI can clearly image the lumen wall of blood vessels. Dynamic contrast-enhanced (DCE) -MRI can assess the integrity of the blood-brain barrier. **Objective** To analyze the application value of HR-MRI and DCE-MRI in the diagnosis and prognostic evaluation of central nervous system (CNS) vasculitis. **Methods** Thirty-six patients with suspected CNS vasculitis and unilateral middle cerebral artery M1 stenosis diagnosed by 3D-TOF MRA who admitted to the Department of Radiology of Guang'an People's Hospital from July 2019 to September 2020 were selected. All patients were examined by HR-MRI and DCE-MRI, the detection rate of CNS vasculitis and its general data, the extent and scope of lumen stenosis, and the permeability of blood-brain-barrier were recorded. **Results** Among the 36 patients, 23 patients (63.9%) were diagnosed with CNS vasculitis, including 10 cases in acute-subacute phase of cerebral infarction, 3 cases in chronic phase of cerebral infarction and 10 cases without cerebral infarction. There was no significant difference in the degree and scope of lumen stenosis among patients without cerebral infarction, chronic stage and acute-subacute stage of cerebral infarction ($P > 0.05$). The volume transfer constant (K^{trans}) of ischemic infarct area in patients with acute-subacute phase of cerebral infarction was higher than that in patients without cerebral infarction ($P < 0.05$). In patients with chronic stage of cerebral infarction, K^{trans} of ischemic infarct area was higher than that in ischemic contralateral mirror area ($P < 0.01$); only 2 patients were reexamined after 6 months of treatment, and the K^{trans} of ischemic infarct area was lower than that before treatment ($P < 0.05$). K^{trans} of ischemic infarct area was higher than that in contralateral mirror area in patients with acute-subacute phase of cerebral infarction ($P < 0.05$); after 6 months of treatment, K^{trans} of ischemic infarct area was lower than that before treatment ($P < 0.05$). **Conclusion** HR-MRI can evaluate the degree and extent of lumen stenosis, and has certain diagnostic value for CNS vasculitis with unilateral middle cerebral artery M1 stenosis; DCE-MRI can quantitatively detect the permeability of blood-brain-barrier in patients with CNS vasculitis, and then evaluate the prognosis of patients.

【Key words】 Central nervous system vasculitis; High-resolution magnetic resonance imaging; Dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging; Diagnosis; Prognosis

中枢神经系统血管炎是一种罕见的家族性血管炎^[1], 可影响患者脑部和脊髓血液供应^[2], 如未能及早发现并治疗, 易演变成卒中等难治性疾病, 给患者及家庭带来沉重的负担^[3]。因此, 中枢神经系统血管炎的早期诊断和靶向治疗尤为重要。目前, 组织病理学检查是诊断中枢神经系统血管炎的“金标准”^[4], 但由于实际操作仅能对外周小动脉或颈外动脉进行组织病理学检查, 故检查结果阴性并不能完全排除中枢神经系统血管炎的可能^[5]。

高分辨率 (high-resolution, HR) -MRI可以同时对接壁和管腔进行成像, 准确评估管腔狭窄程度^[6]。同时, HR-MRI还可以根据血管壁结构变化为血管狭窄原因提供重要信息, 这对脑血管病的鉴别诊断和病理生理学研究具有重要意义。研究表明, 中枢神经系统血管炎引发的动脉狭窄是诱发脑卒中的重要原因^[7], 而侧支循环的完整性与缺血性脑卒中的发生、溶栓后出血、早期神经功能恢复及远期预后密切相关^[8]。动态对比增强 (dynamic contrast enhanced, DCE) -MRI可以通过定量计算血管通透性参数而评价血-脑脊液屏障 (blood-brain-barrier, BBB) 的完整性, 进而利于治疗方案的确定及治疗效果的评价^[9]。本研究旨在探讨HR-MRI和DCE-MRI在中枢神经系统血管炎诊断和预后评估中的应用价值, 现报道如下。

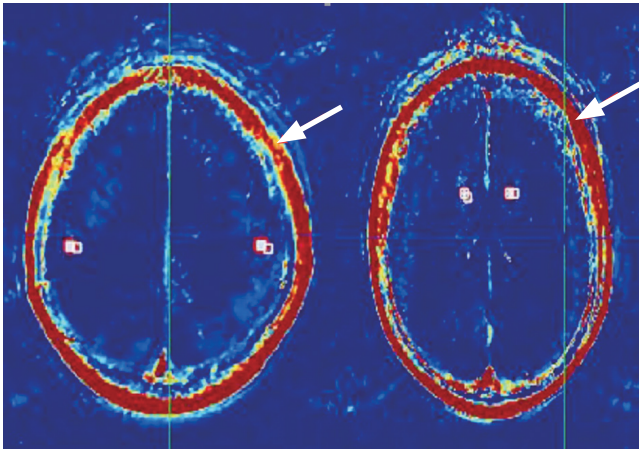
1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2019年7月至2020年9月在广安市人民医院放射科经3D TOF-MRA诊断为单侧大脑中动脉M1段狭窄并疑似中枢神经系统血管炎的患者36例。纳入标准: 临床资料完整。排除标准: 合并肿瘤、脑出血者; 对MRI难以耐受, 影像学检

查图像质量差且不能满足诊断要求者。本研究经广安市人民医院医学伦理委员会审核批准, 所有患者签署知情同意书。

1.2 MRI检查 使用3.0 Telsa核磁共振扫描仪 (西门子3.0T Skyra), 采用八通道相控阵线圈, 所有患者行3D-TOF MRA扫描。根据3D-TOF MRA最大密度投影 (maximal intensity projection, MIP) 图像, 采用HR-MRI中T1WI序列平行、垂直于狭窄血管长轴进行平扫; 然后进行DCE-MRI T1-Mapping扫描, 45期动态收缩增强扫描结束后, 行HR-MRI T1WI增强扫描。在HR-MRI T1WI轴位图像上测量并进行血管重建, 将图像放大到400%以清晰查看最大管腔狭窄位置。测量靶区和对侧区大脑中动脉横断面面积, 以靠近该部位的正常血管腔作为对照区。以大脑中动脉血管外膜边界为血管区 (vascular area, VA), 大脑中动脉血管内膜边界为管腔区 (lumen area, LA)。管腔狭窄率=靶区LA/对照区LA。轻度狭窄: 管腔狭窄率 $<50\%$; 中度狭窄: 管腔狭窄率为 $50\% \sim 70\%$; 重度狭窄: 管腔狭窄率 $>70\%$ 且 $\leq 90\%$; 完全闭塞: 管腔狭窄率 $>90\%$ 。大脑中动脉狭窄范围: 局灶性狭窄指病变范围 $\leq 1/3$ M1段, 节段性狭窄指病变范围为 $1/3 \sim 2/3$ M1段, 全长性狭窄指病变范围 $\geq 2/3$ M1段。应用专业软件计算、处理DCE-MRI图像, 在图像上勾画感兴趣区 (region of interest, ROI), 见图1。将ROI置于高信号缺血梗死灶区及对应的缺血对侧镜像区, 分别获得容量转移常数 (volume transfer constant, K^{trans}), 单位为 min^{-1} 。

1.3 统计学方法 使用SPSS 21.0统计学软件进行数据处理。符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 组内比较采用配对 t 检验; 多组间比较采用单因素方差分析, 组间两两比较采



注：箭头所示为大脑中动脉供血区、感兴趣区

图1 中枢神经系统血管炎并单侧大脑中动脉M1段狭窄患者的DCE-MRI检查结果

Figure 1 Results of the DCE-MRI examination in patients with central nervous system vasculitis and unilateral middle cerebral artery M1 stenosis

用LSD-*t*检验；计数资料以相对数表示，等级资料比较采用秩和检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 中枢神经系统血管炎检出情况及一般资料 36例患者中23例（占63.9%）确诊为中枢神经系统血管炎，年龄16~58岁，平均（ 37.7 ± 4.0 ）岁；男16例，女7例；吸烟15例（65.2%），饮酒7例（30.4%），高血压8例（34.8%），糖尿病3例（13.0%），高脂血症4例（17.4%）；脑梗死急性-亚急性期10例，脑梗死慢性期3例，无脑梗死10例。

2.2 23例中枢神经系统血管炎患者管腔狭窄程度及范围 HR-MRI检查结果显示，大脑中动脉M1段血管壁呈环形，增厚强化较为均匀，前后壁、上下壁无明显差异，远端可见许多细小分支，部分分支可见弥漫性轻度强化。管腔狭窄程度：轻度狭窄2例（8.7%），中度及重度狭窄13例（56.5%），完全闭塞8例（34.8%）；管腔狭窄范围：局灶性狭窄5例（21.7%），节段性狭窄10例（43.5%），全长性狭窄8例（34.8%）。无脑梗死、脑梗死慢性期及脑梗死急性-亚急性期患者管腔狭窄程度和范围比较，差异无统计学意义（ $H=1.44$ ， $P=0.49$ ），见表1。

2.3 中枢神经系统血管炎患者BBB通透性改变情况

2.3.1 有无脑梗死患者BBB通透性改变情况 无脑梗死患者缺血梗死灶区 K^{trans} 为（ 0.007 ± 0.001 ），脑梗死慢性期患者为（ 0.044 ± 0.012 ），脑梗死急性-亚急性期患者为（ 0.098 ± 0.038 ）；三类患者缺血梗死灶区 K^{trans} 比较，差异有

统计学意义（ $F=5.66$ ， $P < 0.01$ ）；其中脑梗死急性-亚急性期患者缺血梗死灶区 K^{trans} 高于无脑梗死患者，差异有统计学意义（ $t=7.570$ ， $P < 0.05$ ）。

2.3.2 无脑梗死患者BBB通透性改变情况 无脑梗死患者缺血梗死灶区与缺血对侧镜像区 K^{trans} 比较，差异无统计学意义〔（ 0.007 ± 0.001 ）比（ 0.006 ± 0.002 ）， $t_{配对}=0.684$ ， $P=0.25$ 〕。

2.3.3 脑梗死慢性期患者BBB通透性改变情况 脑梗死慢性期患者缺血梗死灶区 K^{trans} 高于缺血对侧镜像区，差异有统计学意义〔（ 0.044 ± 0.012 ）比（ 0.002 ± 0.001 ）， $t_{配对}=2.426$ ， $P < 0.01$ 〕；仅2例患者于治疗6个月后进行复查，治疗6个月后缺血梗死灶区 K^{trans} 低于治疗前，差异有统计学意义〔（ 0.005 ± 0.003 ）比（ 0.018 ± 0.009 ）， $t_{配对}=2.728$ ， $P < 0.01$ 〕。

2.3.4 脑梗死急性-亚急性期患者BBB通透性改变情况 脑梗死急性-亚急性期患者缺血梗死灶区 K^{trans} 高于缺血对侧镜像区，差异有统计学意义〔（ 0.098 ± 0.038 ）比（ 0.003 ± 0.001 ）， $t_{配对}=2.403$ ， $P < 0.01$ 〕。治疗6个月后，缺血梗死灶区 K^{trans} 低于治疗前，差异有统计学意义〔（ 0.098 ± 0.038 ）比（ 0.039 ± 0.014 ）， $t_{配对}=2.639$ ， $P < 0.01$ 〕。

3 讨论

颅内动脉狭窄和缺血性脑卒中是临床常见的致残原因，而中枢神经系统血管炎是导致颅内动脉狭窄和缺血性脑卒中的重要原因之一，故及早诊断并积极治疗对改善患者预后至关重要^[10]。本组36例患者中23例（占63.9%）确诊为中枢神经系统血管炎，且该疾病患者无特异性临床表现。

3.1 HR-MRI在中枢神经系统血管炎诊断中的应用 研究表明，中枢神经系统血管炎的HR-MRI表现为血管壁弥漫性均匀增厚，典型表现为“眼眶征”^[11]。HR-MRI检查结果显示，本组23例中枢神经系统血管炎患者大脑中动脉M1段增厚、强化并伴有不同程度血管腔梗阻。既往研究发现，中枢神经系统血管炎患者管壁呈弥漫性环状增厚，均匀强化明显，整个受累血管腔结构变窄，与炎症反应导致血管壁内衬压迫血管腔有关；而经激素和/或免疫抑制剂治疗后炎症反应减弱或消失，血管腔受压和狭窄症状明显减轻或消失^[12]。本研究仅纳入23例伴单侧大脑动脉M1段狭窄的中枢神经血管炎患者，样本量较小，可能与中枢神经系统血管炎常累及多条血管有关，且脑梗死急性-亚急性期、脑梗死慢性期、无脑梗死的中枢神经系统血管炎患者管腔狭窄程度和范围比较无统计学差异，与CHO等^[13]研究结果一致。

3.2 DCE-MRI在中枢神经系统血管炎预后评估中的应用

表1 无脑梗死、脑梗死慢性期及脑梗死急性-亚急性期患者管腔狭窄程度和范围比较（例）

Table 1 Comparison of the extent and scope of lumen stenosis in patients without cerebral infarction, chronic stage and acute-subacute stage of cerebral infarction

分组	例数	局部轻度狭窄	局部中度/重度狭窄	节段性中度/重度狭窄	节段性完全闭塞	全长性中度/重度狭窄	全长性完全闭塞
无脑梗死	10	0	2	4	0	1	3
脑梗死慢性期	3	0	1	2	0	0	0
脑梗死急性-亚急性期	10	2	0	2	2	1	3

BBB可以反映侧支循环建立情况^[14]。DCE-MRI的核心参数是 K^{trans} , 指造影剂从血管内扩散到血管外的速度常数, 可以定量反映微小血管的通透性。DCE-MRI可以通过跟踪血管损伤的动态变化而获取图像信息, 并通过相应软件进行分析, 获得反映组织微循环的相关参数^[15]。

本研究结果显示, 脑梗死急性-亚急性期及脑梗死慢性期患者缺血梗死灶区 K^{trans} 分别高于缺血对侧镜像区, 但无脑梗死患者缺血梗死灶区和缺血对侧镜像区 K^{trans} 比较无统计学差异, 分析其原因主要如下: 脑梗死发生后, BBB受到一系列复杂机制的破坏, 导致造影剂渗入到细胞间隙, 而DCE-MRI可以捕获这种微循环, 表现为 K^{trans} 增加。本研究结果显示, 治疗6个月后, 脑梗死急性-亚急性期、脑梗死慢性期患者缺血梗死灶区 K^{trans} 分别低于治疗前, 提示治疗后患者BBB开始修复, 但脑梗死后BBB的自我修复是一个漫长的过程。本研究结果还显示, 脑梗死急性-亚急性期患者缺血梗死灶区 K^{trans} 高于无脑梗死患者, 但脑梗死慢性期患者与无脑梗死患者缺血梗死灶区 K^{trans} 比较无统计学差异, 分析原因可能与脑梗死慢性期患者数量太少有关。 K^{trans} 明显增加意味着该区可能会发生脑血管事件。本组2例中枢神经系统血管炎患者复查后发现其他区 K^{trans} 高于对应的镜像区, 后期应对该患者进行随访观察。

综上所述, HR-MRI可以评估管腔狭窄程度和范围, 且对伴有单侧大脑中动脉M1段狭窄的中枢神经系统血管炎具有一定诊断价值; DCE-MRI可以定量检测中枢神经系统血管炎患者BBB的通透性, 进而评价患者预后。但本研究样本量小, 所得结论仍有待进一步研究证实。

作者贡献: 唐鑫、敬方园进行文章的构思与设计; 谢欢、钱晓东进行研究的实施与可行性分析; 唐鑫、钱晓东、李超、林果进行数据收集、整理、分析; 唐鑫、敬方园、谢欢进行结果分析与解释; 唐鑫负责撰写、修订论文; 敬方园负责文章的质量控制及审校, 并对文章整体负责、监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 王晴晴, 戚晓昆.原发性中枢神经系统血管炎[J].中华神经科杂志, 2021, 54(4): 392-398.DOI: 10.3760/cma.j.cn113694-20210119-00051.
- [2] 张旭, 夏君慧.原发性中枢神经系统血管炎的再认识[J].神经病学与神经康复学杂志, 2020, 16(2): 48-53.DOI: 10.12022/jnnr.2020-0049.
- [3] ZUBER M.Primary vasculitis of central nervous system[J].Rev Prat, 2021, 71(4): 419-423.
- [4] HAJJ-ALI R A, CALABRESE L H.Diagnosis and classification of central nervous system vasculitis[J].J Autoimmun, 2014. [Epub ahead of print].DOI: 10.1016/j.jaut.2014.01.007.
- [5] PATZIG M, FORBRIG R, KÜPPER C, et al.Diagnosis and follow-up evaluation of central nervous system vasculitis: an evaluation of vessel-wall MRI findings[J].J Neurol, 2022, 269(2): 982-996.DOI: 10.1007/s00415-021-10683-7.
- [6] 戴世鹏, 张崇海, 贾佳, 等.原发性中枢神经系统血管炎的高分辨率MRI表现[J].医学影像学杂志, 2021, 31(3): 392-396.
- [7] FUJII Y, HANAOKA Y, OGIWARA T, et al.Pediatric case of life-threatening stroke caused by reversible cerebral vasoconstriction syndrome with spontaneous cervical internal carotid artery vasospasm: a case report[J].J Stroke Cerebrovasc Dis, 2021, 30(10): 106036.DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.106036.
- [8] XU Z H, TONG Z H, DUAN Y, et al.Diffusion- and susceptibility weighted imaging mismatch correlates with collateral circulation and prognosis after middle cerebral artery M1-segment occlusion[J].Front Neurol, 2021, 12: 660529.DOI: 10.3389/fneur.2021.660529.
- [9] OBERMEIER B, DANEMAN R, RANSOHOFF R M. Development, maintenance and disruption of the blood-brain barrier[J].Nat Med, 2013, 19(12): 1584-1596.DOI: 10.1038/nm.3407.
- [10] HOLMSTEDT C A, TURAN T N, CHIMOWITZ M I. Atherosclerotic intracranial arterial Stenosis: risk factors, diagnosis, and treatment[J].Lancet Neurol, 2013, 12(11): 1106-1114.DOI: 10.1016/S1474-4422(13)70195-9.
- [11] BOUGEA A, SPANTIDEAS N.Vasculitis in the central nervous system[J].Adv Exp Med Biol, 2017, 1003: 173-185.DOI: 10.1007/978-3-319-57613-8_9.
- [12] KRAEMER M, BERLIT P.Primary central nervous system vasculitis—an update on diagnosis, differential diagnosis and treatment[J].J Neurol Sci, 2021, 424: 117422.DOI: 10.1016/j.jns.2021.117422.
- [13] CHO T A, JONES A.CNS vasculopathies: challenging mimickers of primary angiitis of the central nervous system[J].Best Pract Res Clin Rheumatol, 2020, 34(4): 101569.DOI: 10.1016/j.berh.2020.101569.
- [14] MERALI Z, HUANG K, MIKULIS D, et al.Evolution of blood-brain-barrier permeability after acute ischemic stroke[J].PLoS One, 2017, 12(2): e0171558.DOI: 10.1371/journal.pone.0171558.
- [15] GUPTA A, CARAVAN P, PRICE W S, et al.Applications for transition-metal chemistry in contrast-enhanced magnetic resonance imaging[J].Inorg Chem, 2020, 59(10): 6648-6678.DOI: 10.1021/acs.inorgchem.0c00510.

(收稿日期: 2021-11-16; 修回日期: 2022-02-18)

(本文编辑: 谢武英)