

# 标准化管壁指数对症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的预测价值研究



扫描二维码  
查看原文

张乾营<sup>1</sup>, 刘旭红<sup>1</sup>, 戴为正<sup>2</sup>, 黄莹<sup>1</sup>, 何桂凤<sup>1</sup>, 傅懋林<sup>2</sup>

**【摘要】** 目的 探讨标准化管壁指数(NWI)对症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的预测价值。方法 选取中国人民解放军联勤保障部队第九一〇医院2020年1月至2021年4月收治的48例症状性大脑中动脉狭窄(经MRA检查证实狭窄程度 $\geq 50\%$ )患者。将DWI检查阳性患者纳入梗死组, DWI检查阴性患者纳入短暂性脑缺血发作(TIA)组。所有患者分别于住院后第1、30、90、180天行HR-MRI检查。比较两组不同时间NWI, 采用ROC曲线分析不同时间NWI对症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的预测价值。结果 有8例患者退出本研究, 其中梗死组3例、TIA组5例; 为使两组患者例数一致, 按照随机原则剔除TIA组5例患者, 最终共纳入40例患者, 梗死组、TIA组各20例。组别与时间在NWI上不存在交互作用( $P>0.05$ ); 组别、时间在NWI上主效应均显著( $P<0.05$ )。两组患者住院后第180天NWI分别低于本组住院后第1天, 且住院后第1、30、90、180天梗死组患者NWI大于TIA组( $P<0.05$ )。ROC曲线分析结果显示, 住院后第1、30、90、180天NWI预测症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的AUC分别为0.916 [95%CI (0.831, 1.000)]、0.885 [95%CI (0.782, 0.988)]、0.826 [95%CI (0.690, 0.962)]、0.955 [95%CI (0.732, 0.978)], 最佳截断值分别为0.765、0.705、0.600、0.610, 灵敏度分别为85%、85%、85%、85%, 特异度分别为90%、85%、75%、85%。结论 NWI对症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死有较高的预测价值, 当症状性大脑中动脉狭窄患者斑块承载动脉的NWI $>0.765$ 时, 需要警惕脑梗死的发生。

**【关键词】** 脑梗死; 症状性大脑中动脉狭窄; 标准化管壁指数; 预测

**【中图分类号】** R 743.33 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.197

张乾营, 刘旭红, 戴为正, 等. 标准化管壁指数对症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的预测价值研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30(8): 65-68. [www.syxnf.net]

ZHANG Q Y, LIU X H, DAI W Z, et al. Predictive value of normalized wall index for cerebral infarction in patients with symptomatic middle cerebral artery stenosis [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2022, 30(8): 65-68.

## Predictive Value of Normalized Wall Index for Cerebral Infarction in Patients with Symptomatic Middle Cerebral Artery Stenosis

ZHANG Qianying<sup>1</sup>, LIU Xuhong<sup>1</sup>, DAI Weizheng<sup>2</sup>, HUANG Ying<sup>1</sup>, HE Guifeng<sup>1</sup>, FU Maolin<sup>2</sup>

1. Department of Radiology, the 910th Hospital, Quanzhou 362000, China

2. Department of Neurology, the 910th Hospital, Quanzhou 362000, China

Corresponding author: HUANG Ying, E-mail: huangyingct@aliyun.com

**【Abstract】** **Objective** To investigate the predictive value of normalized wall index (NWI) for cerebral infarction in patients with symptomatic middle cerebral artery stenosis. **Methods** A total of 48 patients with symptomatic middle cerebral artery stenosis (stenosis degree  $\geq 50\%$  confirmed by MRA) admitted to the 910th Hospital from January 2020 to April 2021 were selected. The patients with positive DWI examination were included in the infarction group, and those with negative DWI examination were included in the transient ischemic attack (TIA) group. All patients underwent HR-MRI examination on the 1st, 30th, 90th, and 180th days after hospitalization, respectively. NWI at different time was compared between the two groups. The predictive value of NWI for cerebral infarction in patients with symptomatic middle cerebral artery stenosis was analyzed by ROC curve. **Results** A total of 8 patients withdrew from the study, including 3 patients in the infarction group and 5 patients in the TIA group. In order to make the number of patients in the two groups consistent, 5 patients in the TIA group were excluded according to the principle of randomization, and a total of 40 patients were finally included, with 20 patients in the infarction group and 20 patients in the TIA group. There was no interaction between group

1.362000福建省泉州市, 中国人民解放军联勤保障部队第九一〇医院放射诊断科 2.362000福建省泉州市, 中国人民解放军联勤保障部队第九一〇医院神经内科

通信作者: 黄莹, E-mail: huangyingct@aliyun.com

and time on NWI ( $P > 0.05$ ); the main effects of group and time on NWI were significant ( $P < 0.05$ ). The NWI at 180th days after hospitalization in the two groups was lower than that at 1st day after hospitalization respectively, and the NWI at 1st, 30th, 90th, and 180th days after hospitalization in the infarction group was greater than that in the TIA group ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that, the AUC of NWI on the 1st, 30th, 90th, and 180th days after hospitalization for predicting cerebral infarction in patients with symptomatic middle cerebral artery stenosis was 0.916 [95%CI (0.831, 1.000)], 0.885 [95%CI (0.782, 0.988)], 0.826 [95%CI (0.690, 0.962)], 0.955 [95%CI (0.732, 0.978)], the best cutoff values were 0.765, 0.705, 0.600, and 0.610, the sensitivity was 85%, 85%, 85%, and 85%, and the specificity was 90%, 85%, 75%, and 85%, respectively. **Conclusion** NWI has good predictive value for cerebral infarction in patients with symptomatic middle cerebral artery stenosis. When the NWI of the plaque-bearing artery in patients with symptomatic middle cerebral artery stenosis is greater than 0.765, it is necessary to be alert to the occurrence of cerebral infarction.

**【Key words】** Brain infraction; Symptomatic middle cerebral artery stenosis; Normalized wall index; Forecasting

症状性大脑中动脉狭窄按照是否存在急性缺血性脑梗死分为脑梗死和短暂性脑缺血发作 (transient ischemic attack, TIA), 其中TIA有逐步演变成脑梗死的可能, 此类脑梗死患者亦有较高的复发风险, 而预防脑梗死的发生及TIA进展为脑梗死对改善患者预后具有重要意义<sup>[1]</sup>。临床上关于斑块性质的研究已经非常全面, 但尚缺乏动态观察症状性大脑中动脉狭窄患者动脉管壁变化及病变风险判断的相关报道, 亦需要一个统一量化指标判断不同个体间血管壁斑块的差异<sup>[2]</sup>, 传统狭窄指数只能描述血管腔的变化, 不能描述血管壁本身, 本研究引入标准化管壁指数 (normalized wall index, NWI) 以分析不同个体间的血管壁斑块, 旨在分析NWI对症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的预测价值, 以期为临床预防脑梗死提供依据。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 选取中国人民解放军联勤保障部队第九一〇医院2020年1月至2021年4月收治的48例症状性大脑中动脉狭窄 (经MRA检查证实狭窄程度 $\geq 50\%$ ) 患者。纳入标准: (1) 近期有脑缺血发作病史; (2) MRA检查提示大脑中动脉狭窄; (3) 临床确诊为症状性大脑中动脉狭窄。排除标准: (1) 合并脑出血性疾病、占位性病变、大面积脑梗死者; (2) 有MRI检查禁忌证者; (3) 合并颅内感染性病变者; (4) 有感染性心内膜炎病史者。

**1.2 治疗方案** 所有患者采用阿司匹林联合氯吡格雷双抗强化治疗90 d及阿司匹林或氯吡格雷单抗持续治疗90 d, 共观察180 d, 出现抵抗患者改用西洛他唑治疗。患有高血压、糖尿病、高脂血症等基础疾病的患者按照相应医嘱积极进行控制治疗。

**1.3 一般资料收集** 收集患者一般资料, 包括性别、年龄及高血压、高脂血症、糖尿病发生情况。

**1.4 HR-MRI检查方法** 所有患者分别于住院后第1、30、90、180天行3.0T HR-MRI检查, 采用西门子skyra 3.0T超导型磁共振成像系统对患者分别进行常规T1WI、T2WI、T2-FLAIR、DWI检查, 扫描参数如下: T1WI

的TR/TE为440/2.46 ms, T2WI的TR/TE为5 000/93 ms, T2-FLAIR的TR/TE为8 000/93 ms, DWI的TR/TE为3 800/93 ms, 层厚为5 mm, 层间距为1 mm, FOV为220 mm $\times$ 220 mm。大脑中动脉成像采用TOF-MRA和高分辨血管壁成像序列, 参数设置如下: TOF-MRA的TR/TE为20/3.6 ms, FOV为200 mm $\times$ 200 mm; 斑块扫描序列 (黑血) 及参数: T1WI的TR/TE为700/14 ms, T2WI的TR/TE为2 500/67 ms, PDWI的TR/TE为2 400/17 ms, FOV为80 mm $\times$ 80 mm, 层厚为2 mm, 层间距为0 mm。然后垂直于狭窄段动脉进行Dark-blood-T1WI、Dark-blood-T2WI、Dark-blood-PDWI检查, 最后进行增强检查, 行DSC-PWI及SPACE-CE-T1WI检查。将DWI检查阳性患者纳入梗死组, DWI检查阴性患者纳入TIA组。

**1.5 图像处理** 由2名高年资放射科神经组医师独立双盲阅片并测量相关数据。在黑血序列T2WI上 (参考PDWI、T1WI) 应用syngo MMWP工作站中的轮廓勾画面积计算工具, 选择斑块承载动脉最狭窄处测量血管总面积 (total vessel area, TVA)、管腔内壁面积 (lumen area, LA), 然后计算管壁面积 (wall area, WA) 及NWI, 其中 $WA=TVA-LA$ ,  $NWI=WA/TVA$ 。

**1.6 统计学方法** 采用SPSS 25.0统计学软件对数据进行处理。计数资料以相对数表示, 组间比较采用 $\chi^2$ 检验; 符合正态分布及方差齐的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 组间比较采用两独立样本 $t$ 检验, 不同时间NWI比较采用双因素重复测量方差分析, 组间两两比较采用LSD- $t$ 检验; 采用GraphPad Prism 8绘制ROC曲线以评估不同时间NWI对症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 一般情况** 8例患者退出研究, 其中梗死组3例、TIA组5例; 为使两组例数一致, 按照随机原则剔除TIA组5例, 最终纳入40例患者, 梗死组、TIA组各20例。

**2.2 一般资料** 两组患者性别、年龄及高血压、高脂血症、糖尿病发生率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表1。

2.3 NWI 组别与时间在NWI上不存在交互作用 ( $P>0.05$ )；组别、时间在NWI上主效应均显著 ( $P<0.05$ )。两组患者住院后第180天NWI分别低于本组住院后第1天,且住院后第1、30、90、180天梗死组患者NWI高于TIA组,差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )，见表2。

表1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	高血压 [ $n$ (%)]	高血脂症 [ $n$ (%)]	糖尿病 [ $n$ (%)]
TIA组	20	12/8	57.4±8.1	19 (95)	18 (90)	19 (95)
梗死组	20	13/7	57.0±11.9	18 (90)	18 (90)	19 (95)
$\chi^2(t)$ 值		0.107	0.124 <sup>a</sup>	0	0.278	0.526
$P$ 值		0.744	0.902	1.000	0.598	0.468

注：<sup>a</sup>表示 $t$ 值；TIA=短暂性脑缺血发作

表2 两组不同时间NWI比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

Table 2 Comparison of NWI between the two groups at different time

组别	例数	住院后第1天	住院后第30天	住院后第90天	住院后第180天
TIA组	20	0.57±0.21	0.57±0.21	0.53±0.21	0.55±0.20 <sup>b</sup>
梗死组	20	0.73±0.16 <sup>a</sup>	0.72±0.17 <sup>a</sup>	0.67±0.13 <sup>a</sup>	0.66±0.15 <sup>ab</sup>
$F$ 值		$F_{交互}=2.557, F_{组间}=29.588, F_{时间}=7.820$			
$P$ 值		$P_{交互}=0.700, P_{组间}<0.001, P_{时间}<0.001$			

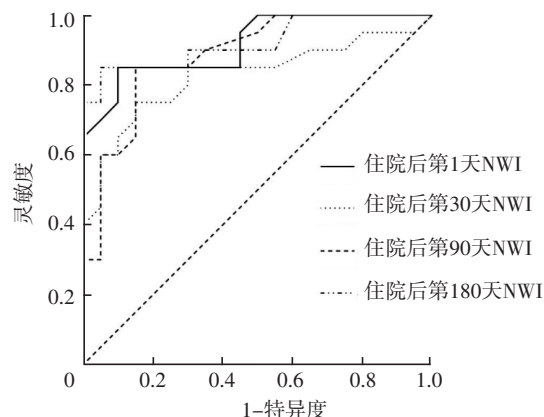
注：<sup>a</sup>表示与TIA组比较,  $P<0.05$ ；<sup>b</sup>表示与住院后第1天比较,  $P<0.05$

2.4 NWI对症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的预测价值 ROC曲线分析结果显示,住院后第1、30、90、180天NWI预测症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的AUC分别为0.916 [95%CI (0.831, 1.000)]、0.885 [95%CI (0.782, 0.988)]、0.826 [95%CI (0.690, 0.962)]、0.955 [95%CI (0.732, 0.978)]，最佳截断值分别为0.765、0.705、0.600、0.610,灵敏度分别为85%、85%、85%、85%，特异度分别为90%、85%、75%、85%，见图1。

### 3 讨论

动脉粥样硬化虽然是全身性疾病,但最常累及头颈部的大血管,颅内动脉粥样硬化已经成为脑梗死的最主要致病因素<sup>[3-4]</sup>。TIA患者在疾病进展过程中有加重为脑梗死的可能,判断TIA与脑梗死的界限是改善患者预后的重要手段<sup>[5]</sup>。血管壁斑块大小与管腔狭窄程度呈正相关,并且卒中患者与TIA患者责任斑块的大小、管腔狭窄程度存在明显的不同<sup>[6-8]</sup>。血管壁斑块所致的脑组织缺血是症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的必要条件<sup>[9]</sup>,所以动态血管壁指数或者斑块面积是评价斑块稳定性的重要指标<sup>[10]</sup>。相关研究发现斑块本身在治疗过程中变化并不明显<sup>[11-12]</sup>。

动脉斑块的WA会受到动脉壁弹性改变、动脉痉挛



注: NWI=标准化管壁指数

图1 不同时间NWI预测症状性中动脉狭窄患者发生脑梗死的ROC曲线  
Figure 1 ROC curve of NWI at different time in predicting cerebral infarction in patients with symptomatic middle artery stenosis

等的影响,且不同人体的大脑中动脉管径不同,这些均会影响TVA<sup>[13]</sup>,而NWI去除了这些影响因素,可以准确有效地评价动脉情况。研究显示,血管壁斑块所占血管面积与症状性大脑中动脉狭窄有着直接的关系<sup>[14]</sup>。本研究结果显示,住院后第1、30、90、180天梗死组患者NWI高于TIA组,提示管壁面积占比越大者越容易发生脑血管意外<sup>[15]</sup>,这与既往研究结果<sup>[16]</sup>相似。本研究结果还显示,组别与时间在NWI上不存在交互作用;组别、时间在NWI上主效应均显著;两组患者住院后第180天NWI分别低于本组住院后第1天,与其他学者研究结果<sup>[17]</sup>相似,提示NWI随着治疗时间的延长而缓慢降低,内科治疗有效,其可以改善血管壁弹性,扩大管腔面积,但其不能改变斑块本身,所以治疗效果有限。

但是也有研究发现,在血管狭窄率类似的情况下,大脑中动脉狭窄患者的管壁面积越大,越能提示管壁的形态学特点与患者的症状相关<sup>[18]</sup>。在患者出院后的持续治疗中,动脉本身的变化亦可造成脑梗死事件发生<sup>[19]</sup>。有研究发现,颈内动脉粥样硬化斑块与12个月后复发性脑梗死有关<sup>[20-21]</sup>。监测责任动脉斑块变化对脑梗死临床风险的预测及干预有重要意义。本研究ROC曲线分析结果显示,住院后第1、30、90、180天NWI预测症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的AUC分别为0.916、0.885、0.826、0.955,提示NWI有较高的诊断效能,可用于预警脑梗死的发生。住院后第30、90天NWI的AUC较住院后第1天NWI预测症状性大脑中动脉狭窄患者发生脑梗死的AUC有所降低,特异度也有所降低,但住院后第180天NWI的AUC高于第1天NWI的AUC,故认为症状性大脑中动脉狭窄所致TIA患者住院第1次进行3.0T HR-MRI检查,当NWI>0.765时,有非常高的风险进展为脑梗死,需要临床医生积极干预。

综上所述,NWI对症状性大脑中动脉狭窄患者发生

脑梗死有较高的预测价值,当症状性大脑中动脉狭窄患者斑块承载动脉的NW1>0.765时,需要警惕脑梗死的发生。但本研究样本量小,以后需要大样本量、多中心的研究进一步验证本研究结论。

作者贡献:张乾营进行文章的构思与设计、论文撰写、统计学处理;张乾营、刘旭红、戴为正、黄莹、何桂凤、傅懋林进行研究的实施与可行性分析;刘旭红、戴为正进行资料收集;张乾营、刘旭红、何桂凤进行资料整理;张乾营、刘旭红、戴为正进行论文的修订;张乾营、黄莹负责文章的质量控制及审核;黄莹对文章整体负责,监督管理。

本文无利益冲突。

### 参考文献

- [1] ZHANG D F, WU X Y, ZHANG W D, et al. The relationship between patterns of remodeling and degree of enhancement in patients with atherosclerotic middle cerebral artery stenosis: a high-resolution MRI study [J]. *Neurol India*, 2021, 69 (6): 1663-1669. DOI: 10.4103/0028-3886.333443.
- [2] 许冬华, 闵志刚, 施俊峰, 等. 不同机制的症状性颅内动脉粥样硬化患者H RMRI斑块特征分析 [J]. *卒中与神经疾病*, 2020, 27 (2): 161-165. DOI: 10.3969/j.issn.1007-0478.2020.02.004.
- [3] DU H, YANG W J, CHEN X Y. Histology-verified intracranial artery calcification and its clinical relevance with cerebrovascular disease [J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 789035. DOI: 10.3389/fneur.2021.789035.
- [4] HASHIMOTO Y, MATSUSHIGE T, SHIMONAGA K, et al. Vessel wall imaging predicts the presence of atherosclerotic lesions in unruptured intracranial aneurysms [J]. *World Neurosurg*, 2019, 132: e775-782. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.08.019.
- [5] ARUN K, NAGESH C, KESAVADAS C, et al. Magnetic resonance vessel wall imaging in intracranial atherosclerotic disease simulating vasculitis [J]. *Neurol India*, 2019, 67 (2): 588-589. DOI: 10.4103/0028-3886.258031.
- [6] 吴静静, 贾琳, 王云玲, 等. 颅内动脉狭窄斑块特征与缺血性卒中的关系 [J]. *磁共振成像*, 2019, 10 (12): 881-884. DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2019.12.001.
- [7] LU Y, YE M F, ZHAO J J, et al. Gadolinium enhancement of atherosclerotic plaque in the intracranial artery [J]. *Neurol Res*, 2021, 43 (12): 1040-1049. DOI: 10.1080/01616412.2021.1949682.
- [8] 朱元博, 刘鹏飞. 高分辨率磁共振管壁成像在颅内动脉夹层中的应用 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2019, 16 (11): 613-616, 封3. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5921.2019.11.010.
- [9] SHI Z, LI J, ZHAO M, et al. Progression of plaque burden of intracranial atherosclerotic plaque predicts recurrent stroke/transient ischemic attack: a pilot follow-up study using higher-resolution MRI [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2021, 54 (2): 560-570. DOI: 10.1002/jmri.27561.
- [10] WANG E L, SHAO S, LI S, et al. A high-resolution MRI study of the relationship between plaque enhancement and ischemic stroke events in patients with intracranial atherosclerotic stenosis [J]. *Front Neurol*, 2018, 9: 1154. DOI: 10.3389/fneur.2018.01154.
- [11] KANG H G, LEE C H, SHIN B S, et al. Characteristics of symptomatic basilar artery stenosis using high-resolution magnetic resonance imaging in ischemic stroke patients [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2021, 28 (10): 1063-1070. DOI: 10.5551/jat.58214.
- [12] 肖慧. 颅内血管壁高分辨磁共振成像技术和临床应用 [J]. *功能与分子医学影像学 (电子版)*, 2019, 8 (2): 1627-1630.
- [13] 陈雅箏, 朱梦颖, 陈晓晖, 等. 颅内动脉粥样硬化的高分辨力血管壁成像特征及临床应用 [J]. *国际医学放射学杂志*, 2019, 42 (3): 290-294. DOI: 10.19300/j.2019.Z7060.
- [14] LV N, KARMONIK C, CHEN S Y, et al. Relationship between aneurysm wall enhancement in vessel wall magnetic resonance imaging and rupture risk of unruptured intracranial aneurysms [J]. *Neurosurgery*, 2019, 84 (6): E385-391.
- [15] SUN P, LIU L P, PAN Y S, et al. Intracranial atherosclerosis burden and stroke recurrence for symptomatic intracranial artery stenosis (sICAS) [J]. *Aging Dis*, 2018, 9 (6): 1096-1102. DOI: 10.14336/AD.2018.0301.
- [16] 柳翔耀, 梁爽. 高分辨率MR血管壁成像对脑梗死患者颅内动脉狭窄、闭塞的诊断价值分析 [J]. *中国医学工程*, 2022, 30 (5): 36-39. DOI: 10.19338/j.issn.1672-2019.2022.05.008.
- [17] MURAOKA S, ARAKI Y, TAOKA T, et al. Prediction of intracranial arterial stenosis progression in patients with moyamoya vasculopathy: contrast-enhanced high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging [J]. *World Neurosurg*, 2018, 116: e1114-1121. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.05.181.
- [18] QI H, LIU X, LIU P, et al. Complementary roles of dynamic contrast-enhanced MR imaging and postcontrast vessel wall imaging in detecting high-risk intracranial aneurysms [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2019, 40 (3): 490-496. DOI: 10.3174/ajnr.A5983.
- [19] ZHAO J J, LU Y, CUI J Y, et al. Characteristics of symptomatic plaque on high-resolution magnetic resonance imaging and its relationship with the occurrence and recurrence of ischemic stroke [J]. *Neurol Sci*, 2021, 42 (9): 3605-3613. DOI: 10.1007/s10072-021-05457-y.
- [20] YOU S H, KIM B, YANG K S, et al. Development and validation of visual grading system for stenosis in intracranial atherosclerotic disease on time-of-flight magnetic resonance angiography [J]. *Eur Radiol*, 2022, 32 (4): 2781-2790. DOI: 10.1007/s00330-021-08319-5.
- [21] ALEXANDER M D, DE HAVENON A, KIM S E, et al. Assessment of quantitative methods for enhancement measurement on vessel wall magnetic resonance imaging evaluation of intracranial atherosclerosis [J]. *Neuroradiology*, 2019, 61 (6): 643-650. DOI: 10.1007/s00234-019-02167-3.

(收稿日期: 2022-03-26; 修回日期: 2022-06-22)

(本文编辑: 张浩)