

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2019.17.012

网络首发 http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.r.20190514.1642.012.html(2019-05-15)

## AEEG 结合 SWI 对癫痫首发脑多发性海绵状血管瘤 诊断价值和临床特征分析\*

辛家厚,王春琳,偶继君<sup>△</sup>,俞明明,汪青松

(中国人民解放军联勤保障部队第九〇一医院神经内科,合肥 230000)

**[摘要]** **目的** 探讨动态脑电图(AEEG)联合核磁共振磁(MRI)敏感加权成像(SWI)在以癫痫为首发的脑多发性海绵状血管瘤诊断中的应用价值和临床特征。**方法** 选择该院2017年6月至2018年6月确诊的以癫痫为首发的脑多发性海绵状血管瘤患者40例为研究对象,对其行MRI、SWI、脑电图(EEG)、AEEG检查,收集影像学资料进行分析。**结果** SWI检测到的病变数量及病灶平均面积均优于MRI( $P<0.05$ ),AEEG检出的总异常率明显高于EEG( $P<0.05$ )。在颞叶放电患者中,相应的SWI-AEEG诊断率明显高于SWI-EEG、 $T_2$ WI-AEEG、 $T_2$ WI-EEG、 $T_1$ WI-AEEG和 $T_1$ WI-EEG( $P<0.05$ )。**结论** 对于以癫痫为首发的脑多发海绵状血管瘤患者,联合SWI与AEEG检查可提高其诊断率。

**[关键词]** 血管瘤,海绵状,中枢神经系统;癫痫;磁敏感加权成像;磁共振成像;脑电图

**[中图分类号]** R743

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-8348(2019)17-2931-04

### Diagnostic value and clinical characteristics of AEEG combined with SWI in patients having brain multiple spongiform cavernous hemangioma with epilepsy predisposed\*

XIN Jiahou, WANG Chunlin, OU Jijun<sup>△</sup>, YU Mingming, WANG Qingsong

(Department of Neurology, No. 901 Hospital of People's Liberation Army Joint Service Support Unit, Hefei, Anhui 230000, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the diagnostic value and clinical characteristics of ambulatory electroencephalogram (AEEG) combined with magnetic resonance imaging (MRI) and susceptibility weighted imaging (SWI) in patients having multiple spongiform cavernous hemangioma with epilepsy predisposed. **Methods** A total of 40 subjects having multiple spongiform cavernous hemangioma with epilepsy predisposed were selected and examined by MRI, SWI, electroencephalogram (EEG) and AEEG, and imaging data was collected for analysis. **Results** The number and the average area of lesions detected by SWI were better than that in MRI ( $P<0.05$ ). The total abnormal rate detected by AEEG was significantly higher than that in EEG ( $P<0.05$ ). In patients with temporal lobe discharge, the corresponding diagnostic rate of SWI-AEEG was significantly higher than that in SWI-EEG,  $T_2$ WI-AEEG,  $T_2$ WI-EEG,  $T_1$ WI-AEEG and  $T_1$ WI-EEG ( $P<0.05$ ). **Conclusion** For patients with brain multiple cavernous hemangioma who are predisposed to epilepsy, a combination of SWI and AEEG can improve their diagnostic rate.

**[Key words]** hemangioma, cavernous, central nervous system; epilepsy; susceptibility weighted imaging; magnetic resonance imaging; electroencephalogram

海绵状血管瘤(cavernous hemangioma, CA)是先天性血管畸形的一种<sup>[1-2]</sup>,症状多表现为癫痫。本研究主要探讨关于以癫痫为首发的脑多发性CA的影像学诊断方法:核磁共振(magnetic resonance imaging, MRI),磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI),脑电图(electroencephalogram, EEG)及动态脑电图(ambulatory electroencephalogram,

AEEG),分析不同影像学表现的诊断价值及临床特征,观察AEEG-SWI对以癫痫为首发的脑多发性CA的诊断效果<sup>[3]</sup>。

#### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选择本院2017年6月至2018年6月经本院病理或(和)3.0T MRI诊断确诊的以癫痫为首发的脑多发性CA患者40例,40例患者均符合国

\* 基金项目:南京军区医学科技创新重点项目(ZD15)。 作者简介:辛家厚(1976—),副主任医师,硕士,主要从事脑血管疾病研究。

△ 通信作者, E-mail:465297074@qq.com。

际癫痫分类的相关标准。其中男 16 例,女 24 例;年龄 3~75 岁,平均(41.33±18.25)岁,中位年龄 43 岁;病程 56 d 至 18 年,平均(6.24±1.82)年;患者均接受常规 EEG、AEEG 及头部 MRI、SWI 检查,收集以上影像资料。本研究经该院医学伦理学委员会批准,患者均已签署知情同意书并明确研究方法及目的。

## 1.2 方法

### 1.2.1 MRI 和 SWI 检查

采用 3.0T 超导型磁共振扫描仪(Siemense 公司),头表面线圈。所有病例进行常规 MRI[T<sub>1</sub> 加权成像自旋回波序列(SE T<sub>1</sub>WI)、快速自旋回波 T<sub>2</sub> 加权成像(TSE T<sub>2</sub>WI)]和 SWI 检查,扫描序列和参数:横断面 SE T<sub>1</sub>WI 重复时间(TR)=250 ms,回波时间(TE)=2.46 ms,扫描野(FOV)=180 mm×220 mm,激励次数(NEX)=1,矩阵=256×320,层厚=5 mm,层间隔 1.50 mm,翻转角(FA)=90°;TSE T<sub>2</sub>WI 的 TR=4 000 ms,TE=96 ms,FOV=180 mm×220 mm,NEX=1,矩阵=336×512,层厚=5 mm,层间隔=1.50 mm,FA=150°,扫描时间=160 s;SWI 扫描:TR=23 ms,TE=30 ms,FOV=180 mm×220 mm,NEX=1,矩阵=218×320,层厚=1 mm,层数=100,扫描时间=5 min。将扫描数据传输 ADW4.3 工作站,先进行定位、定量和定性分析 T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI 序列,再重建 SWI 图像,由两位资深医生对图像进行比较。

### 1.2.2 EEG、AEEG 检查

使用 16 道 AEEG 仪,按照国际 EEG10/20 系统标准,用 20%的火棉胶固定电极。EEG 检查:头部罩上弹性网帽,测试并记录受试者在 2 h 内的 EEG 波形。AEEG 检查:患者头部罩上弹性网帽,测试并记录患者在 24 h 内的 EEG 波形。

### 1.2.3 观察指标

(1)比较 T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI 与 SWI 序列上 CA 的数量、位置和大小,并比较 T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI 与 SWI 序列对 CA 征象(铁环征、爆米花征、蝌蚪征)及比信噪比。(2)EEG 诊断标准:根据《临床脑电图学》诊断标准,痫样放电波节律包括尖波、棘波、尖慢复合波、棘慢复合波、多棘波、多棘慢波及爆发性高波幅慢波。根据正常、轻度、中度和重度癫痫放电的标准来评估所获得的检测结果,轻度为记录期间出现 1~3 次癫痫发作;重度为癫痫发作在整个白天和晚上及整个记录过程;中度为介于轻度和重度之间。

### 1.3 统计学处理

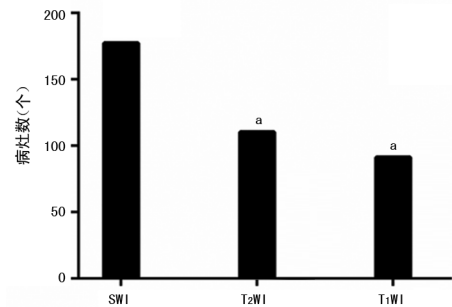
应用 SPSS20.0 统计学软件进行分析,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,样本间比较采用 *t* 检验;计数资料以率表示,两样本比较采用  $\chi^2$  检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 脑多发性 CA 常规 MRI 及 SWI 检出病灶数量比较

40 例患者中,SWI 检出 177 个病灶,T<sub>2</sub>WI 检

出 110 个病灶,T<sub>1</sub>WI 检出 91 个病灶,以 SWI 序列检出的病灶为标准,设其检出率为 100%,计算 T<sub>1</sub>WI 序列、T<sub>2</sub>WI 序列检出率。对 SWI、T<sub>2</sub>WI、T<sub>1</sub>WI 检出结果进行两两比较,SWI 序列较 T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI 能够检出更多的病灶,其检出率显著高于 T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI(100% vs. 51.41%、100% vs. 62.15%, $\chi^2 = 113.600$ 、82.640, $P < 0.01$ );但 T<sub>1</sub>WI 和 T<sub>2</sub>WI 检出率比较,差异无统计学意义( $\chi^2 = 4.155$ , $P > 0.05$ ),见图 1。



<sup>a</sup>:  $P < 0.05$ , 与 SWI 比较

图 1 MRI 及 SWI 检出的病灶数比较

### 2.2 常规 MRI 及 SWI 检出脑多发性 CA 病灶部位

MRI 及 SWI 检出的病灶多发生于幕上,包括额叶、颞叶、顶叶、枕叶和基底节区,幕下包括小脑、脑干。SWI 检出的 177 个病灶,其中位于额叶 44 个(24.86%),颞叶 51 个(28.81%),顶叶 27 个(15.25%),枕叶 15 个(8.47%),基底节区 23 个(12.99%),小脑 10 个(5.65%),脑干 7 个(3.95%);T<sub>2</sub>WI、T<sub>1</sub>WI 分别检出 110、91 个病灶,其中位于额叶分别为 28、25 个,颞叶 35、30 个,顶叶分别为 16、14 个,枕叶分别为 9、7 个,基底节区分别为 12、9 个,小脑分别为 7、3 个,脑干均为 3 个,见表 1。

表 1 MRI 及 SWI 检出 CA 病灶部位[n(%)]

病灶部位	SWI(n=177)	T <sub>2</sub> WI(n=110)	T <sub>1</sub> WI(n=91)
额叶	44(24.86)	28(25.45)	25(27.47)
颞叶	51(28.81)	35(31.82)	30(32.97)
顶叶	27(15.25)	16(14.55)	14(15.38)
枕叶	15(8.47)	9(8.18)	7(7.69)
基底节质	23(12.99)	12(10.91)	9(9.89)
小脑	10(5.65)	7(6.36)	3(3.30)
脑干	7(3.95)	3(2.73)	3(3.30)

### 2.3 常规 MRI 及 SWI 检出脑多发性 CA 病灶大小

SWI 检出病灶最小长径为 5.10 mm,T<sub>2</sub>WI 检出病灶最小长径为 8.60 mm,T<sub>1</sub>WI 检出病灶最小长径为 10.30 mm,SWI 检出病灶平均面积为(28.57±8.91) mm<sup>2</sup>,大于 T<sub>2</sub>WI(19.24±9.03)mm<sup>2</sup> 和 T<sub>1</sub>WI(14.36±6.22)mm<sup>2</sup>。序列间两两进行比较,其中 SWI 检出面积与 T<sub>2</sub>WI、T<sub>1</sub>WI 检出面积比较差异有

统计学差异( $P < 0.05$ );  $T_2$ WI 与  $T_1$ WI 检出面积比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

**2.4 常规 MRI 及 SWI 检出脑多发性 CA 病灶征象** SWI 序列 177 个病灶中显示铁环征 113 个,爆米花征 41 个,蝌蚪征 5 个;  $T_2$ WI 序列 110 个病灶中显示铁环征 54 个,爆米花征 15 个,蝌蚪征 1 个;  $T_1$ WI 序列 91 个病灶中显示铁环征 36 个,爆米花征 10 个,蝌蚪征 0 个。SWI 序列显示铁环征和爆米花征的比例明显高于  $T_2$ WI、 $T_1$ WI,差异有统计学意义( $\chi^2 = 6.067$ 和 $3.921$ 、 $14.350$ 和 $5.782$ ,  $P < 0.05$ );  $T_2$ WI 与  $T_1$ WI 序列显示铁环征和爆米花征比较,差异均无统计学意义( $\chi^2 = 1.829$ 、 $0.321$ ,  $P > 0.05$ )。3 种序列对蝌蚪征显示率两两间比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。

表 2 常规 MRI 与 SWI 序列显示 CA 征象比较[n(%)]

序列	n	铁环征	爆米花征	蝌蚪征
SWI	177	113(63.84)	41(23.16)	5(2.82)
$T_2$ WI	110	54(49.09) <sup>a</sup>	15(13.64) <sup>a</sup>	1(0.9)
$T_1$ WI	91	36(39.56) <sup>a</sup>	10(10.99) <sup>a</sup>	0

<sup>a</sup>:  $P < 0.05$ ,与 SWI 比较

**2.5 常规 EEG 与 AEEG 检查结果比较** 40 例患者中,常规 EEG 发现异常放电 18 例,其中重度异常 5 例,中度异常 10 例,轻度异常 3 例; AEEG 记录异常放电 33 例,其中重度异常 9 例,中度异常 18 例,轻度异常 6 例。AEEG 检测总异常率 82.50% 明显高于 EEG 异常率 45.00%,二者比较差异有统计学意义( $\chi^2 = 12.17$ ,  $P < 0.05$ ),见表 3。

表 3 EEG 和 AEEG 检测结果比较[n(%)]

项目	重度异常	中度异常	轻度异常	正常	总异常
EEG	5(12.50)	10(25.00)	3(7.50)	22(55.00)	18(45.00) <sup>a</sup>
AEEG	9(22.50)	18(45.00)	6(15.00)	7(17.50)	33(82.50)

<sup>a</sup>:  $P < 0.05$ ,与 AEEG 比较

**2.6 EEG 与 AEEG 检测的异常区域分布** EEG 检测的 18 例异常放电区域分布中颞区痫样放电 8 例(44.44%),枕区痫样放电 3 例(16.67%),中央性痫样放电 1 例(5.56%),额区痫样放电 4 例(22.22%),局灶痫样放电 2 例(11.11%)。AEEG 检测的 33 例异常放电区域分布中颞区痫样放电 14 例(42.42%),枕区痫样放电 6 例(18.18%),中央性痫样放电 2 例(6.06%),额区痫样放电 8 例(24.24%),局灶痫样放电 3 例(9.09%)。

**2.7 EEG、AEEG 颞叶放电与 SWI、 $T_2$ WI、 $T_1$ WI 定位的符合率比较** 在 CA 患者定位致痫灶检测过程中,SWI-AEEG 检查在颞叶放电的定位上具有良好的吻合性,符合率高达 92.86%,与 SWI-EEG 比较差异

有统计学意义( $\chi^2 = 5.262$ ,  $P < 0.05$ ),且明显高于其他组合检查方式,见表 4。

表 4 EEG、AEEG 颞叶放电与 SWI、 $T_2$ WI、 $T_1$ WI 定位符合率比较[n(%)]

检查方式	n	二者定位一致(n)	符合率	$\chi^2$	P
EEG	8	SWI-EEG	4(50.00)	5.262	0.0218
AEEG	14	SWI-AEEG	13(92.86)		
EEG	8	$T_2$ WI-EEG	3(37.50)	0.786	0.3754
AEEG	14	$T_2$ WI-AEEG	8(57.14)		
EEG	8	$T_1$ WI-EEG	2(25.00)	0.269	0.6037
AEEG	14	$T_1$ WI-AEEG	5(35.71)		

### 3 讨论

影像学检查是诊断 CA 最主要的方法<sup>[4-5]</sup>,对于典型的 CA,在常规 MRI 检查序列上即具有特征性,诊断较 CT 容易<sup>[6]</sup>,然而,常规序列对于多个病灶,小病灶和具有静脉畸形病变的检测率不足,可能容易导致漏诊。近年来,SWI 作为已被广泛应用于 CA 诊断的检查方法。SWI 序列具有高分辨率、三维等特征,利用不同组织之间的磁敏感差异产生图像对比度进而成像,这对静脉血、出血和铁沉积具有高度敏感性;对提高 CA 等脑隐匿性脑血管畸形的检出率和正确诊断具有重要的应用价值<sup>[7]</sup>。HERMIER 等<sup>[8]</sup>研究表明,SWI 对 6 h 内脑出血的敏感性及准确性均达到 100%。本研究结果显示,与 MRI 相比,SWI 检出率明显高于 MRI( $P < 0.05$ ),常规 MRI( $T_2$ WI、 $T_1$ WI)图像未显示或仅显示部分病灶,而 SWI 能够检出常规 MRI 无法检出的病灶,并且 SWI 检出病灶的平均面积明显大于 MRI( $P < 0.05$ ),SWI 能检出的最小长径为 5.10 mm,以上结果提示 SWI 能显示更多 CA 病灶,且能够显示微小的病灶。CA 的多发部位是基底节、大脑皮层、脑桥及丘脑等,本研究中,检测到的病灶主要位于额叶、颞叶、顶叶、枕叶、基底节区、小脑及脑干,与上述研究结果相似。

CA 的实质是畸形的血管团,病灶的血管壁成分发育不成熟,缺乏弹力纤维,平滑肌细胞数量不足,不同阶段的血液衍化物填充在扩大的薄壁窦状血管腔内,导致病灶反复出血<sup>[9]</sup>。当 CA 反复少量慢性出血时,在 SWI 序列上可见“铁环征”,是瘤周边含铁黄素沉积所致的低信号环<sup>[10-11]</sup>,典型的颅内型 CA 表现为低信号环包围的网状或桑葚状混杂信号团块,这些特征性征象难以在 MRI 序列上显示<sup>[7]</sup>。在 SWI 图像中,CA 主要呈均匀低信号,表现为低信号和混杂信号,其中低信号是未合并血栓及出血的 CA 典型表现,而混杂信号则是伴有血栓形成或纤维组织增生。 $T_2$ WI 一般呈高信号, $T_1$ WI 可呈高、低及混杂信

号<sup>[12]</sup>。在微小病灶且未合并血栓及血栓形成的 CA 诊断中, MRI 序列显示不清, 而 SWI 则是唯一可以精确显示其病变特征的检查方法<sup>[13-15]</sup>。本研究中, SWI 显示铁环征及爆米花征的比例明显高于 T<sub>2</sub>WI 和 T<sub>1</sub>WI, 因此, SWI 检查更具有优势。

CA 多数患者无任何临床症状, 部分可发展为有症状 CA, 临床主要表现为癫痫<sup>[16]</sup>、出血、神经功能障碍及头痛等, 其中发生率最高的是癫痫, 41%~80% 的 CA 患者至少发作过 1 次癫痫<sup>[17-18]</sup>。CA 发作的癫痫其发病机制是兴奋性神经元和抑制性神经元失去平衡引起的异常放电, 具有发作短暂、反复发作的特点<sup>[19]</sup>。

EEG 技术的出现极大地改善了癫痫的诊断, 其价值已得到全球癫痫中心的肯定, EEG 被认为是癫痫诊断中必需的检查项目<sup>[20-21]</sup>。EEG 能够节省时间和费用, 已被多数患者接受, 但其观察时间短, 且患者在清醒状态时检测阳性率较低, 只有 40% 左右。而 AEEG 可连续记录 24 h, 能够对患者进行长时间监测, 弥补了常规 EEG 观察记录时间短的缺点, 患者可以随身携带, 自由活动, 而且对癫痫诊断、鉴别诊断、癫痫分类及发作时和发作间歇期的研究均有良好的价值。AEEG 的应用极大地提高了癫痫的阳性诊断率。本研究中, 40 例患者 AEEG 检出异常放电 33 例, 总异常率为 82.50%, EEG 检出异常放电 18 例, 总异常率为 45.00%, AEEG 的异常放电检出率明显高于 EEG ( $P < 0.05$ )。因此, 本研究认为对脑多发性 CA 患者 EEG 检测显示阴性的, 应继续进行 AEEG 检查。

神经电生理异常的癫痫患者与结构性损伤之间存在关联。本研究中, AEEG 显示 33 例异常放电患者中, 14 例显示在颞叶放电, 其中 13 例病灶与 SWI 定位一致。颞叶放电患者相应 SWI 检出病灶与 AEEG 显示癫痫性放电定位符合率明显高于其他检查。因此, AEEG 检查发现颞叶有异常放电的患者, 结合 SWI 定位更容易发现与癫痫放电有关的结构异常。

综上所述, SWI 序列在检测 CA 患者的影像结果显示, 其检出病灶数量、检出面积、检出征象均优于常规 MRI 序列; AEEG 检测癫痫患者异常放电过程中, 使脑电监测时间得到延长, 明显提高了癫痫性放电的检出率, 其阳性检出率明显高于 EEG; 但由于 AEEG 常有不易识别的缺点, 且发作时无录像监测, 鉴于本研究中 AEEG 异常放电部位与 SWI 检出结果具有高符合率的结果, 推测联合 AEEG 检出的放电病灶定位与 SWI 的检查结果进行综合分析及判断, 能够提高以癫痫为首发的脑多发性 CA 的诊断率。

## 参考文献

[1] COX E M, BAMBAKIDIS N C, COHEN M L. Pathology

of cavernous malformations[J]. *Handb Clin Neurol*, 2017, 143:267-277.

- [2] ARAUZ A, PATINO-RODRIGUEZ H M, CHAVARRIA -M EDINA M, et al. Rebleeding and outcome in patients with symptomatic brain stem cavernomas [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2017, 43(5/6):283-289.
- [3] AARTHY R, MANI S, VELUSAMI S, et al. Role of circulating cell-free DNA in cancers [J]. *Mol Diagn Ther*, 2015, 19(6):339-350.
- [4] CALANDRIELLO L, GRIMALDI G, PETRONE G, et al. Cavernous venous malformation (cavernous hemangioma) of the orbit; current concepts and a review of the literature [J]. *Surv Ophthalmol*, 2017, 62(4):393-403.
- [5] WANG K Y, IDOWU O R, LIN D D M. Radiology and imaging for cavernous malformations [J]. *Handb Clin Neurol*, 2017, 143:249-266.
- [6] ISHIGURO T, NITTA M, KOMORI T, et al. Transient focal MRI abnormalities after status epilepticus showed 11C-methionine uptake with PET in a patient with cerebral cavernous malformation [J]. *World Neurosurg*, 2018, 114:43-46.
- [7] SPARACIA G, SPECIALE C, BANCOA, et al. Accuracy of SWI sequences compared to T2\* -weighted gradient echo sequences in the detection of cerebral cavernous malformations in the familial form [J]. *Neuroradiol J*, 2016, 29(5):326-335.
- [8] HERMIER M, NIGHOGHOSSIAN N. Contribution of susceptibility-weighted imaging to acute stroke assessment [J]. *Stroke*, 2004, 35(8):1989-1994.
- [9] JEHI L E, PALMINI A, ARYAL U, et al. Cerebral cavernous malformations in the setting of focal epilepsies: pathological findings, clinical characteristics, and surgical treatment principles [J]. *Acta Neuropathol*, 2014, 128(1):55-65.
- [10] JIN Y, ZHAO C, ZHANG S, et al. Seizure outcome after surgical resection of supratentorial cavernous malformations plus hemosiderin rim in patients with short duration of epilepsy [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2014, 119:59-63.
- [11] GIRARD R, FAM M D, ZEINEDDINE H A, et al. Vascular permeability and iron deposition biomarkers in longitudinal follow-up of cerebral cavernous malformations [J]. *J Neurosurg*, 2017, 127(1):102-110.
- [12] DE SOUZA J M, DOMINGUES R C, CRUZ LC, J R, et al. Susceptibility-weighted imaging for the evaluation of patients with familial cerebral cavernous malformations: a comparison with t2-weighted fast spin-echo and gradient-echo sequences [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008, 29(1):154-158.
- [13] KHASHMINSKY V, YALON M, GREENBERG G, et al. Detection of cavernous malformations after whole-brain radiotherapy in primitive neuroectodermal tumor patients-comparing susceptibility-weighted imaging and T2 gradient-echo sequences [J]. *Neuroradiology*, 2018, 60(9):913-919.

(下转第 2940 页)

- 血压节律异常与颈动脉斑块及 MR 灌注关系研究[J]. 药物与临床, 2017, 14(10): 37-40.
- [4] 闫洪娟, 王俊伟, 郭建华, 等. 瑞舒伐他汀对高血压合并颈动脉硬化患者颈动脉斑块及脑缺血事件影响的前瞻性研究[J]. 中华全科医学, 2017, 15(8): 1361-1364.
- [5] 李玲, 朱建平. 超声技术评估颈动脉粥样硬化斑块稳定性的发展[J/CD]. 中华临床医师杂志(电子版), 2014, 8(7): 1309-1313.
- [6] 余传庆, 张梅, 朱蕾, 等. 缺血性脑血管病患者脑动脉狭窄与血压变异性的相关性[J]. 中华神经医学杂志, 2012, 11(6): 613-618.
- [7] PHILLIPS R A, BUTKEVICH A, SHEINART K F, et al. Dipping is superior to cusums analysis in assessment of the risk of stroke in a case-control study[J]. *Am J Hypertens*, 2001, 14(7 Pt 1): 649-652.
- [8] CASTILLA-GUERRA L, FERNÁNDEZ-MORENO MDEL C, ESPINO-MONTORO A, et al. Ambulatory blood pressure monitoring in stroke survivors: do we really control our patients? [J]. *Eur J Intern Med*, 2009, 20(8): 760-763.
- [9] 田俊萍, 王鸿, 王红霞, 等. 糖尿病和非糖尿病的缺血性卒中患者血压昼夜节律与预后的关系[J]. 首都医科大学学报, 2016, 37(1): 62-69.
- [10] RODRIGO R, LIBUY M, FELIU F, et al. Oxidative stress-related biomarkers in essential hypertension and ischemia-reperfusion myocardial damage [J]. *Dis Markers*, 2013, 35(6): 773-790.
- [11] 杨越, 赵轲, 顾大东. 老年无症状性脑梗死患者颈动脉粥样硬化及其血清 Hcy、hs-CRP 水平的改变[J]. 中华全科医学, 2015, 13(10): 1635-1637.
- [12] YOKOYAMA M. Oxidant stress and atherosclerosis[J]. *Curr Opin Pharmacol*, 2004, 4(2): 110-115.
- [13] HARRISON D G, GONGORA M C. Oxidative stress and hypertension[J]. *Med Clin North Am*, 2009, 93(3): 621-635.
- [14] 姚汉云, 文芳, 董新宇. 急性脑梗死患者血清基质金属蛋白酶-9 与颈动脉斑块及血管内皮功能的相关性[J]. 神经损伤与功能重建, 2016, 11(1): 18-21.
- [15] 刘庆萍, 吴岩峰, 王辉. 基质金属蛋白酶 9 及其组织型抑制剂 1 水平与老年脑梗死患者颈动脉粥样硬化程度的关系[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2012, 32(11): 1570-1574.
- [16] LIN R T, CHEN C H, TSAI P C, et al. Sex-specific effect of matrix metalloproteinase-9 functional promoter polymorphism on carotid artery stiffness[J]. *Atherosclerosis*, 2012, 223(2): 416-420.
- [17] LOFTUS I M, NAYLOR A R, GOODALL S, et al. Increased matrix metalloproteinase-9 activity in unstable carotid plaques. A potential role in acute plaque disruption [J]. *Stroke*, 2000, 31(1): 40-47.
- [18] 苏兆萍, 杨寓玲, 刘长城, 等. 急性缺血性卒中合并颈动脉斑块患者神经功能损伤与血浆氧化低密度脂蛋白水平相关性研究[J]. 中国卒中杂志, 2017, 12(4): 309-313.
- [19] GULDIKEN B, GULDIKEN S, TURGUT B, et al. The roles of oxidized low-density lipoprotein and interleukin-6 levels in acute atherothrombotic and lacunar ischemic stroke[J]. *Angiology*, 2008, 59(2): 224-229.
- [20] CIPOLLONE F, IEZZI A, FAZIA M, et al. The receptor RAGE as a progression factor amplifying arachidonate-dependent inflammatory and proteolytic response in human atherosclerotic plaques; role of glycemic control[J]. *Circulation*, 2003, 108(9): 1070-1077.
- (收稿日期: 2018-11-12 修回日期: 2019-03-25)
- 
- (上接第 2934 页)
- [14] DAMMANN P, WREDE K, ZHU Y, et al. Correlation of the venous angioarchitecture of multiple cerebral cavernous malformations with familial or sporadic disease; a susceptibility-weighted imaging study with 7-Tesla MRI[J]. *J Neurosurg*, 2017, 126(2): 570-577.
- [15] DI IEVA A, LAM T, ALCAIDE-LEON P, et al. Magnetic resonance susceptibility weighted imaging in neurosurgery: current applications and future perspectives[J]. *J Neurosurg*, 2015, 123(6): 1463-1475.
- [16] LEE Y, CHO K H, KIM H I, et al. Clinical outcome following medical treatment of cavernous malformation related epilepsy[J]. *Seizure*, 2017, 45: 64-69.
- [17] BERTALANFFY H, BENES L, MIYAZAWA T, et al. Cerebral cavernomas in the adult. Review of the literature and analysis of 72 surgically treated patients[J]. *Neurosurg Rev*, 2002, 25(1/2): 53-55.
- [18] SURE U, BUTZ N, SIEGEL AM, et al. Treatment-induced neoangiogenesis in cerebral arteriovenous malformations[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2001, 103(1): 29-32.
- [19] KIVELEV J, NIEMELA M, HERNESNIEMI J. Characteristics of cavernomas of the brain and spine[J]. *J Clin Neurosci*, 2012, 19(5): 643-648.
- [20] DAS J C. Electroencephalogram (EEG) in the management of epilepsy in children[J]. *Mymensingh Med J*, 2014, 23(2): 406-411.
- [21] DASH D, HERNANDEZ-RONQUILLO L, MOIEN-AF-SHARI F, et al. Ambulatory EEG: a cost-effective alternative to inpatient video-EEG in adult patients[J]. *Epileptic Disord*, 2012, 14(3): 290-297.
- (收稿日期: 2018-12-03 修回日期: 2019-04-04)