

· 前沿进展 ·

体感诱发电位在脑卒中患者中应用价值的研究进展

宋婧源^{1,2}, 元小冬^{1,2}, 吕淑娟^{1,2}, 张萍淑^{1,2}

【摘要】 出血性及缺血性脑卒中均可导致中枢神经系统组织结构改变, 造成局限性或弥漫性脑功能损伤, 而颅脑 CT 或 MRI 等影像学检查技术虽可观察脑卒中患者病灶形态学变化并定位病变部位, 但难以判断病变部位神经结构损伤及功能失调等。体感诱发电位 (SEP) 是一种敏感且客观的神经电生理检查方法, 可反映脑损伤后神经功能, 在一定程度上弥补了影像学检查的不足, 在脑卒中的早期辅助定位诊断、病情严重程度判断、治疗效果及预后评估中具有重要意义。本文综述了 SEP 在脑卒中患者中应用价值的研究进展, 以期指导临床更好地判断脑卒中患者脑损伤程度等。

【关键词】 卒中; 诱发电位, 躯体感觉; 综述

【中图分类号】 R 743 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2017.12.001

宋婧源, 元小冬, 吕淑娟, 等. 体感诱发电位在脑卒中患者中应用价值的研究进展 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2017, 25 (12): 1-4. [www.syxnf.net]

SONG J Y, YUAN X D, LYV S J, et al. Progress on application value of somatosensory evoked potentials in stroke patients [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2017, 25 (12): 1-4.

Progress on Application Value of Somatosensory Evoked Potentials in Stroke Patients SONG Jing - Yuan^{1,2}, YUAN Xiao - Dong^{1,2}, LYV Shu - Juan^{1,2}, ZHANG Ping - Shu^{1,2}

1. Department of Neurology, Kailuan General Hospital Affiliated to North China University of Science and Technology, Tangshan 063000, China

2. Key Laboratory of Neurological and Biological Function of Hebei Province, Tangshan 063000, China

Corresponding author: ZHANG Ping - shu, E-mail: 1977nana@sina.com

【Abstract】 Both hemorrhagic and ischemic stroke may result in structural change of central nervous system organization, cause local or diffuse cerebral dysfunction. Imaging examination technologies such as craniocerebral CT and MRI can observe the morphological changes of lesions and position the location of lesions in stroke patients, but can not judge the nervous structural damage or dysfunction. Somatosensory evoked potentials (SEP), as one of neurotic electrophysiological methods, is sensitive and objective to reflect the neurological function after cerebral injury, with important significance in the early assisted localization diagnosis, disease severity judgement, evaluation of therapeutic effect and prognosis. This paper reviewed the progress on application value of SEP in stroke patients, to guide preferable judgement of brain injury severity.

【Key words】 Stroke; Evoked potentials, somatosensory; Review

体感诱发电位 (somatosensory evoked potentials, SEP) 首次由 DOWSON 于 1947 年提出^[1], 是指皮肤或周围神经末梢神经电流或物理刺激后在感觉传导通路及大脑皮质捕获的电活动, 其产生依赖于神经躯体特异性感觉传导通路结构及功能的完整性^[2], 因此 SEP 可用于评估体感通路周围神经组织功能。目前, SEP 主要由脉冲电流诱发, 不同性质、强度、持续时间、频率等的刺激可用于定性、定量诊断相关疾病^[3]。SEP 具有安

全无创、敏感客观、特异性高、可重复性好、不受意识及认知功能影响等优点, 可动态监测脑卒中患者病变部位神经传导功能, 现已广泛应用于脑卒中的早期辅助定位诊断、病情严重程度判断、治疗效果及预后评估等。本文综述了 SEP 在脑卒中患者中应用价值的研究进展, 以期指导临床更好地判断脑卒中患者脑损伤程度等。

1 SEP 概述

1.1 检查方法 目前, 临床多采用由脉冲电流刺激诱发的瞬态短潜伏期体感诱发电位 (short latency somatosensory evoked potentials, SLSEP), 其受失语、主观感觉、意识及认知功能等影响较小^[2]。SLSEP 相关参数设置如下: (1) 刺激电极: 上肢 - 正中神经、尺或桡神经, 下肢 - 腓总神经或胫后神经。(2) 刺激强度: 采用矩形脉冲直流电, 电流一般控制在 5~15 mA, 持续时间控制在 0.1~0.5 ms, 频率控制在 1~5 Hz, 电

基金项目: 2015 河北省医学适用技术跟踪项目 (G2015075): ERP 在急性脑梗死认知功能障碍诊断中的应用

1. 063000 河北省唐山市, 华北理工大学附属开滦总医院神经内科

2. 063000 河北省唐山市, 河北省神经生物机能重点实验室

通信作者: 张萍淑, E-mail: 1977nana@sina.com

压为 50 μ V; 刺激强度一般为感觉阈的 3~4 倍或运动阈的 1.3~1.5 倍, 一般以达到同侧拇指或小指(趾)初见收缩为宜(拇指屈曲约 1 cm)。(3) 刺激接收: 一般采用盘状电极或针电极, 皮肤电极阻抗 < 5 k Ω , 滤波频率为 5~3 000 Hz, 放大器灵敏度为 100 μ V, 显示器灵敏度为 1 μ V, 分析时间为 20 或 50 ms, 每次叠 500~1 000 次或直到波形稳定光滑为止, 应重复测量至少 2 次并尽量使两次曲线良好重合。(4) 记录电极: 记录电极通常放置于刺激电极的对侧, 其中双上肢记录电极常置于对侧双耳连线中点(Cz)向后 2.0 或 2.5 cm、中线左右旁开 7 cm(C3'或 C4')、胸锁乳突肌后缘与锁骨交点上方 2~3 cm 处(C7 及 Erb 点); 双下肢记录电极常置于 Cz 正中后 2.0 或 2.5 cm(C'z)、颞点(PF)或马尾部(CE)。(5) 参考电极: 参照脑电图(EEG)国际 10~20 系统定位, 置于中线额顶中央区(FPz)、额中央区(Fz)、两耳垂或乳突部位。

1.2 SEP 主要波形的神经发生源 由于 SLSEP 潜伏期较稳定、各波形的神经发生源相对明确而在临床上得到较为广泛的应用^[3-6], 其主要波形的神经发生源如下: (1) 上肢(刺激正中神经): N9←臂丛电位, N11←颈髓入口处或后索, N13←下段颈髓后角突触后电位, N14←脑干内侧丘系, N18←脑干与丘脑, N20←顶叶中央后回一级体感皮质, N30←丘脑向运动区的直接投射, N35←细径纤维经丘脑腹后外侧核投射到一级体感皮质(S1), N60←脑干非特异性多突触通道中介的皮质电位, P9←臂丛远端远场电位, P11←颈髓后索远场电位, P13←脑干下端内侧丘系交叉后起始部位, P15←丘脑及其邻近内丘系, P22←丘脑向运动区的直接投射, P25←顶叶后中央回一级体感皮质的另一个原发反应, P45←顶叶感觉皮质联合区; (2) 下肢(刺激胫后神经): PF 电位←胫后神经动作电位, CE 电位←马尾神经, 腰髓电位←腰髓后角节段性突触后电位, N21 和 N24←薄束核突触后电位, N27 或 P27←薄束核或内丘系, P30 或 N30←内丘系或丘脑, P40←一级体感皮质同一神经发生源, N50←顶叶 S1 后方, P60←顶叶偏后凸面纵裂内的一级体感区, P75 分布广泛并与非特异性上行网状结构相关。目前, 关于 SEP 主要波形的神经发生源尚存在争议, 临床多通过刺激上肢腕部正中神经(潜伏期 < 25 ms) 而获得 N9、N13、N18、N20 及 P25 波形。

1.3 SEP 分级标准 目前, SEP 的分级标准尚不统一, 临床主要依据其波形、峰潜伏期、峰间潜伏期、波幅等进行分级, 以 Judson 分级、Zentner 分级、Cant 分级及 Haupt 分级较为常见, 其中 Judson 分级表述较全面、科学, 可反映 SEP 异常程度变化过程, 临床应用较多^[1,7-8]。赵红等^[1]研究表明, 与 Zentner 分级和 Glasgow 昏迷量表评分相比, Judson 分级能更好地评估重症脑功能损伤患者脑功能损伤程度, 进而指导早期康复治疗。Judson 分级标准如下: 双侧中枢神经传导时间(CCT)正常并对称(双侧 CCT 相差 < 0.8 ms)为 I 级, 单侧或双侧 CCT 延长或双侧 CCT 不对称(双侧 CCT 差值 \geq 0.8 ms)为 II 级, 单侧或双侧 N20 消失为 III 级^[9]。

2 SEP 的优劣势

对于脑卒中患者而言, 颅脑 CT、MRI 及彩色经颅多普勒超声(TCD)等影像学检查技术虽能准确地进行定位及定性诊断, 但较难以准确判断中枢神经系统病变严重程度及评估患者预后。研究表明, 脑卒中患者早期神经功能改变要早于中枢神

经系统形态学改变和临床症状, 而 SEP 可早期反映脑卒中患者神经功能改变, 较为客观地评估中枢神经系统功能损伤程度, 有助于脑卒中的早期辅助定位或鉴别诊断, 评估患者病情及预后, 在一定程度上弥补了颅脑 CT 等影像学检查技术的不足^[10-11]。有学者指出, 运动诱发电位(MEP)联合 SEP 可从不同角度反映运动神经、感觉神经及认知功能损伤程度^[12], 同时 SEP 对脑卒中的灵敏度及诊断准确率均高于颅脑 CT 等影像学检查技术, 可在发病后 24 h 甚至更早进行检测^[13]。但 SEP 也有一定局限性, 如必须在病变影响躯体感觉传导通路完整性时才能发挥作用、虽可早期敏感地反映传导通路各部分联系纤维及大脑皮质损伤情况但对疾病的定性诊断缺乏特异性等。此外, SEP 潜伏期、波形及波幅等易受年龄、性别、温度、身高、睡眠、中枢神经系统功能状态或某些技术性、药物性及病理性因素等干扰, 会影响准确性及疾病的预后评估。

3 SEP 在脑卒中的应用价值

脑卒中是指局部脑血管急性出血或梗死导致突发性血液循环障碍并造成脑组织广泛缺血、缺氧、水肿甚至坏死而引起的神经功能缺损综合征, 其主要神经病理改变包括脑神经传导通路破坏、传导兴奋功能受抑制、传导速度减慢或消失等。蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SAH)、脑出血及脑梗死是主要的脑卒中类型, 所有类型脑卒中早期由于脑局部血液循环或代谢异常而对其下级神经元运动支配和感觉传导产生不同程度的影响, 进而导致 SEP 变化^[14-16]。SEP 的产生依赖于躯体感觉传导通路的完整性, 因此动态观察 SEP 变化有利于评估感觉障碍范围和程度, 评估运动系统障碍, 并指导康复治疗等。

3.1 SEP 与 SAH 研究表明, SAH 患者早期患侧 SEP N13~N20 即可出现潜伏期延长, 且其波幅会随缺血时间延长而逐渐减弱或消失, 而患侧 CCT 明显延长的患者预后较差, SEP 异常程度与患者转归密切相关。SAH 所致脑血管痉挛可加剧脑灌注量减少, 继而导致感觉神经传导通路异常及 SEP 潜伏期延长。文立等^[17]研究通过对比 SAH 患者经前列腺素 E1 脂微球载体制剂治疗及常规治疗后 SEP 变化发现, 采用前列腺素 E1 脂微球载体制剂治疗的患者脑血管痉挛发生率低于采用常规治疗者($P < 0.05$), SEP N20 峰潜伏期明显缩短($P < 0.05$), 且随着病情好转 SEP N20 峰潜伏期逐渐恢复正常, 提示 SEP 潜伏期可间接反映 SAH 患者脑血管痉挛严重程度并有效地评估患者预后。WANG 等^[18]研究指出, 颅内动脉瘤所致 SAH 患者术后 48 h 可出现 SEP N20 峰间潜伏期及 CCT 延长, 且 SEP N20 峰间潜伏期及 CCT 延长的患者随访 2 个月后预后不良, 证实 SEP 可作为评估 SAH 患者手术必要性的可靠指标^[18-19]。马婉等^[20]通过对 50 例 SAH 所致昏迷患者发病后 1~2 d、1 周及 1 个月进行动态脑电图(AEEG)、脑干听觉诱发电位(BAEP)、SEP 检查发现, 三者分级愈高, SAH 所致昏迷患者预后不良率越高, 提示 AEEG、BAEP、SEP 分级均与 SAH 所致昏迷患者预后有关, 但由于 SEP 主要反映皮质及皮质下感觉神经传导通路功能状态, 因此建议三者联合检测并结合影像学检查结果以更精确地评估 SAH 所致昏迷患者预后。

3.2 SEP 与脑出血 脑出血指非创伤性脑实质内出血, 可造成出血周围组织水肿及炎性细胞浸润, 继而导致神经运动及感觉传导通路功能损伤。与脑梗死不同的是, 部分脑出血患者神

经功能缺损症状恢复良好,甚至可以完全恢复正常。何庆璋等^[21]通过对 68 例急性脑出血住院患者随访 3 个月发现,预后良好者发病 48 h 内及 1 个月 BAEP、SEP 正常率高于预后不良者 ($P < 0.05$),而颅脑 CT 检查结果及 Glasgow 昏迷量表评分则无明显差异。阮征^[22]进行的多因素 Logistic 回归分析结果显示,脑出血伴意识障碍患者 SEP 分级与发病 6 个月后清醒率有关,SEP 分级越高则患者清醒率越低。MISRA 等^[23]通过分析 22 例丘脑出血患者发病时和发病 3 个月后 MEP 和正中神经 SEP 发现,病变累及丘脑外侧且患侧 MEP 和 SEP 持续性消失提示预后不良,分析其原因可能与血肿压迫丘脑腹后外侧核而影响深感觉通路传导有关。值得注意的是,经颅脑 CT 检查证实的单侧基底核、内囊、丘脑或脑叶出血或梗死患者 SEP 缺如或异常与病灶大小、位置间无明显相关关系,因此 SEP 仅具有辅助定位作用,病灶的准确定位还需结合影像学检查结果等^[24]。

3.3 SEP 与脑梗死 脑梗死早期即脑灌注量降低至神经元功能损伤阈值但无明显临床表现时 SEP 便可发生异常,因此 SEP 可对早期脑梗死进行辅助性定性诊断,其通常表现为 CCT 延长,当缺血面积扩大并累及大脑皮质时则会出现波幅下降,且随着脑灌注量逐渐减少 SEP 电活动逐渐消失^[25]。刘青蕊等^[26]通过分析 71 例急性脑梗死患者入院及发病 2 个月时 SEP 发现,早期脑梗死患者多出现患侧 N20、P25 消失, N13 ~ N20 峰间潜伏期及 CCT 延长,且部分未出现明显感觉障碍的患者也可出现 SEP 异常,尤其以脑叶及丘脑梗死患者表现突出,同时 SEP 异常程度与美国国立卫生研究院卒中量表 (NIHSS) 评分呈正相关。肖淑英等^[27]研究指出,双侧 SLSEP N20 联合 BAEP V 波单侧或双侧分化不良/消失是大面积脑梗死患者预后不良的敏感指征,且以发病第 4 ~ 7 天最为敏感。ROLLNIK^[15]研究认为,发病 2 周内 SEP 单侧或双侧消失的脑梗死患者预后较差;李梅笑等^[28]研究发现,BAEP、EEG 及 SEP 可从不同侧面反映脑梗死累及脑干或双侧大脑皮质所致传入通路障碍及昏迷程度,且 SEP 对脑血管病伴昏迷患者预后评估的特异度、灵敏度及准确率均高于 Glasgow 昏迷量表评分 ($P < 0.05$)。

根据 SEP 主要波形的神经发生源可辅助脑梗死定位:脑梗死累及内侧丘系主要表现为 N20 及 CCT 延长,累及丘脑主要表现为 N16、N20、P25 波幅降低或消失、N20 潜伏期延长,累及内囊主要表现为 N20 波幅降低或消失、峰潜伏期延长及晚成分 N60 异常,侵及中央后回主要表现为 N20、P25、P45 波幅降低或消失,累及顶叶主要表现为 N20、P25 波幅降低或消失,累及额叶主要表现为 P20、P22、N30、N35 波幅降低或消失,累及皮质下白质主要表现为 N20 峰潜伏期延长及 P20 ~ P25、N13 ~ N20 峰间潜伏期延长,累及中脑-桥脑主要表现为 N16、N18 波幅降低或消失及 N16 峰潜伏期延长,累及延髓主要表现为 N13、P14 波幅下降^[9,29]。

4 SEP 评估脑卒中患者预后

脑卒中患者大脑皮质神经功能具有一定可塑性,受损的皮质功能可由周围脑组织进行代偿,而其代偿情况与患者恢复程度及预后有关,因此对脑卒中患者肢体功能障碍的评估可反映脑功能损伤程度及预测患者预后。SEP 属感觉诱发电位,可敏感地反映特殊感觉传导通路异常。研究表明,SEP N20 消失可作为神经功能损伤的敏感指标,其峰潜伏期异常变化可反映视

神经功能障碍程度;与 Glasgow 昏迷量表评分、EEG、颅脑 CT 及 MRI 检查等相比,SEP 对脑卒中患者脑功能及预后评估更客观、灵敏^[30-32]。肖湘等^[33]研究发现,脑卒中急性期患者尤其是存在感觉障碍的患者患侧 SEP N20 潜伏期较健侧明显延长,振幅较健侧明显减低或消失,且急性期患侧正中神经 SEP N20 潜伏期与 3 个月后患侧上肢 FMA 评分成负相关 ($P < 0.05$),表明 SEP 与急性期脑卒中患者肢体运动功能及预后有关,可作为后期肢体功能康复的独立预测因素^[5,11,33]。KEREN 等^[34]研究指出,正中神经 SEP 潜伏期变化与脑卒中患者预后相关,且潜伏期消失者运动功能恢复情况及预后较差。

5 小结与展望

SEP 有助于早期、及时、准确地判断脑卒中患者脑损伤程度,在脑卒中早期辅助定位诊断、病情严重程度判断及预后评估等方面均具有重要应用价值,但由于 SEP 受诸多干扰因素影响且部分 SEP 波形的神经发生源尚不明确,因此 SEP 通常作为脑卒中的辅助诊疗手段,临床应用时还需结合患者临床表现及其他检查结果而做出全面、客观的判断^[35-39]。目前,联合神经影像学检查分析特定脑损伤部位损伤程度与 SEP 各波形潜伏期、波幅改变相关性的研究报道仍相对匮乏,而关于脑卒中患者康复过程中 SEP 变化的随访研究缺乏多中心、大样本量、长期观察,因此 SEP 在脑卒中患者中的应用价值仍有待进一步深入研究。

参考文献

- [1] 赵红,宿英英,丁宁. 两种体感诱发电位分级标准对重症脑功能损伤预后预测的比较 [J]. 脑与神经疾病杂志, 2014, 22 (3): 171-174.
- [2] 宿英英. 脑损伤后昏迷评估 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011.
- [3] 刘名顺. 体感诱发电位与体感诱发电位地形图及其临床应用 [J]. 现代电生理学杂志, 2012, 19 (1): 38-44. DOI: 10.3969/j.issn.1672-0458.2012.01.013.
- [4] 胡文辉,杨诗球. 体感诱发电位的研究进展 [J]. 国外医学: 神经病学神经外科学分册, 1988, 15 (6): 293-295.
- [5] 刘付星. 体感诱发电位在脑卒中患者功能及预后中的预测价值 [D]. 昆明: 昆明医科大学, 2013.
- [6] 潘映福. 临床诱发电位学 [M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2000.
- [7] 赵红,宿英英. 体感诱发电位的分级标准 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2004, 6 (4): 283-284. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2004.04.029.
- [8] 赵红,宿英英. 体感诱发电位分级标准与脑功能损伤的预后预测 [J]. 中国急救医学, 2003, 23 (12): 849-850. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2003.12.011.
- [9] 张丽萍. 脑梗死患者躯体感觉诱发电位、运动诱发电位及皮层磁刺激静息期检查的临床价值 [D]. 天津: 天津医科大学, 2014.
- [10] 王乾. 神经电生理监测重症脑血管病脑功能及预后评价 [D]. 保定: 河北大学, 2015.
- [11] MEYER S, KARTTUNEN A H, THUIS V, et al. How do somatosensory deficits in the arm and hand relate to upper limb impairment, activity, and participation problems after stroke? A systematic review [J]. Phys Ther, 2014, 94 (9): 1220-1231.
- [12] KIM H J, HAN S J. Anodal Transcranial Direct Current Stimulation

- Provokes Neuroplasticity in Repetitive Mild Traumatic Brain Injury in Rats [J]. *Neural Plast*, 2017, 2017: 1372946. DOI: 10.1155/2017/1372946.
- [13] 朴虎男, 金鲜花, 吴光. 脑干听觉诱发电位、瞬目反射及运动诱发电位联合检测对脑卒中昏迷患者预后评估的意义 [J]. *延边大学医学学报*, 2012, 35 (3): 223-225. DOI: 10.3969/j.issn.1000-1824.2012.03.019.
- [14] 康志新, 吴宝水, 肖丽萍, 等. 脑梗死患者不同时间体感诱发电位潜伏期变化分析 [J]. *人民军医*, 2013, 56 (4): 425-426.
- [15] ROLLNIK J D. May clinical neurophysiology help to predict the recovery of neurological early rehabilitation patients? [J]. *BMC Neurol*, 2015, 15 (1): 239. DOI: 10.1186/s12883-015-0496-9.
- [16] RESTUCCIA D, VOLLONO C, DEL PIERO I, et al. Somatosensory High Frequency Oscillations reflect clinical fluctuations in migraine [J]. *Clin Neurophysiol*, 2012, 123 (10): 2050-2056. DOI: 10.1016/j.clinph.2012.03.009.
- [17] 文立, 李善泉, 戴炯. Lipo PGE1 对蛛网膜下腔出血患者体感诱发电位的影响 [J]. *上海交通大学学报 (医学版)*, 2007, 27 (3): 246-248. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8115.2007.03.002.
- [18] WANG A D, CONE J, SYMON L, et al. Somatosensory evoked potential monitoring during the management of aneurysmal SAH [J]. *J Neurosurg*, 1984, 60 (2): 264-268. DOI: 10.3171/jns.1984.60.2.0264.
- [19] CHUDY D, DELETIS V, ALMAHARIQ F, et al. Deep brain stimulation for the early treatment of the minimally conscious state and vegetative state: experience in 14 patients [J]. *J Neurosurg*, 2017; 1-10. DOI: 10.3171/2016.10.JNS161071. [Epub ahead of print].
- [20] 马婉, 郭骅. 动态脑电图、脑干听觉及体感诱发电位在评估蛛网膜下腔出血昏迷患者预后的应用分析 [J]. *中国当代医药*, 2014, 21 (19): 37-38, 41.
- [21] 何庆璋, 陈后勤. 脑干听觉诱发电位及体感诱发电位测定对急性脑出血预后评估的价值 [J]. *安徽医学*, 2012, 33 (4): 403-405. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0399.2012.04.007.
- [22] 阮征. 体感诱发电位在脑出血脑外伤意识障碍患者清醒预测中的临床应用 [J]. *中外医学研究*, 2015, 13 (11): 41-42. DOI: 10.14033/j.cnki.cfmr.2015.11.018.
- [23] MISRA U K, KALITA J. Evoked potential studies in thalamic hemorrhage [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 1996, 98 (4): 291-298.
- [24] 柯将琼, 王小同, 黄健康, 等. 脑出血患者的体感诱发电位与肢体瘫痪预后的关系 [J]. *温州医学院学报*, 2007, 37 (3): 259-260, 263. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2138.2007.03.020.
- [25] 朱育年, 谭来勋. 检测短潜伏期体感诱发电位评估脑梗死患者肢体运动障碍程度及预后的意义 [J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2017, 20 (7): 55-58. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5110.2017.07.022.
- [26] 刘青蕊, 徐秋霜, 段宏伟, 等. SEPs 在急性脑梗死患者的应用研究 [J]. *现代电生理学杂志*, 2008, 15 (3): 151-154. DOI: 10.3969/j.issn.1672-0458.2008.03.008.
- [27] 肖淑英, 宿英英, 张艳, 等. 诱发电位预测重症脑卒中患者不良预后时机研究 [J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2015, 15 (12): 944-949. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6731.2015.12.004.
- [28] 李梅笑, 蒙巍, 雷皇英. 诱发电位与脑电图联合检测对脑血管病昏迷患者预后的评估 [J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2010, 13 (17): 18-20.
- [29] 杨小旺. 体感诱发电位和脑干听觉诱发电位在急性脑梗死中的应用价值 [D]. 苏州: 苏州大学, 2007.
- [30] 李琛. 短潜伏期体感诱发电位在急性脑梗死患者预后评估中的价值 [D]. 南京: 东南大学, 2016.
- [31] 代自烽, 黄其林. 听觉诱发电位及体感诱发电位在颅脑外伤致昏迷患者的应用 [J]. *中华神经创伤外科电子杂志*, 2016, 2 (2): 116-119. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-9141.2016.02.014.
- [32] SONG Y, PRAKASH R, REDDY J. Prognostic value of somatosensory-evoked potentials in neurology: A critical review in hypoxic encephalopathy [J]. *Neurol India*, 2016, 64 (3): 396-404. DOI: 10.4103/0028-3886.181555.
- [33] 肖湘, 黄东锋, 曹黎明, 等. 体感诱发电位和脑卒中患者上肢运动功能结局的关系 [J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30 (7): 696-698. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2015.07.013.
- [34] KEREN O, RING H, SOLZI P, et al. Upper limb somatosensory evoked potentials as a predictor of rehabilitation progress in dominant hemisphere stroke patients [J]. *Stroke*, 1993, 24 (12): 1789-1793.
- [35] 张建刚, 杨清成. 脑功能多元化监测对重症脑血管病脑功能及预后评估的价值 [J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2016, 19 (23): 117-118. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5110.2016.23.072.
- [36] HORN J, TJEPKEMA - CLOOSTERMANS M C. Somatosensory Evoked Potentials in Patients with Hypoxic - Ischemic Brain Injury [J]. *Semin Neurol*, 2017, 37 (1): 60-65. DOI: 10.1055/s-0036-1594252.
- [37] SUTTER M, HERSCHE O, LEUNIG M, et al. Use of multimodal intra-operative monitoring in averting nerve injury during complex hip surgery [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2012, 94 (2): 179-184. DOI: 10.1302/0301-620X.94B2.28019.
- [38] CHAE S H, KIM S H, CHOI S M, et al. Efficacies of Somatosensory Evoked Potential and Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging as Predictors of Prognosis for Patients Experiencing Coma after Cardiac Arrest [J]. *Korean Journal of Critical Care Medicine*, 2013, 28 (4): 300.
- [39] 邱素丽, 陈美珍, 陈秀娟, 等. BAEP、SEP 和 NSE 作为急性脑卒中昏迷预后判断指标的分析 [J]. *现代诊断与治疗*, 2016, 27 (4): 730-731.

(收稿日期: 2017-09-17; 修回日期: 2017-12-15)

(本文编辑: 宋朋花)