

F波在脊柱脊髓疾病中的应用进展

周云飞^{1,2} 综述 衡雪源², 宋启民² 审校

1. 滨州医学院, 山东 烟台 264033;

2. 临沂市人民医院神经外科, 山东 临沂 276000

摘要: F波是周围神经受到一个超强刺激后神经冲动沿着运动神经逆向脊髓传导, 兴奋脊髓前角细胞, 冲动再沿着运动神经传出并在肌肉记录到的复合动作电位。F波可以反映脊髓前角运动细胞兴奋性、评估运动神经元和运动神经通路的完整性。脊柱脊髓疾病包括脊柱外伤、缺血、肿瘤、退行性病变等。本文就F波在神经脊柱脊髓疾病中的诊断、术中监测及预后评估等方面的应用做一综述。

关键词: F波; 脊髓疾病; 诊断; 监测

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.2019.04.026

概念定义和机制: 1950年 Magladery 和 McDougal 第一次在足部肌肉记录并描述了F波的存在^[1]。现已证实, F波是周围神经接受一个强刺激后, 神经冲动沿着运动神经逆向脊髓传导, 兴奋前角细胞后返回的电位。F波产生的机制是运动纤维逆向冲动兴奋脊髓前角细胞引起放电^[2]。由于F波特殊的回返生理特性, 现在被用于检测脊髓运动神经元和运动神经通路的完整性^[3-5]。

1 F波的常用指标及意义

1.1 F波的潜伏期

F波的潜伏期是指从刺激周围神经到F波起始部的时间, 受到身高及年龄的影响。此数值不仅能反映脊髓运动神经元活性, 还能反映整个运动神经通路的状况, 是术中最常用监测指标。

1.2 F波的波幅

F波的波幅是指从基线到正向波(或负向波)波峰间的距离, 与运动神经元的兴奋性相关。在动物实验中已证实F波的波幅能够反映脊髓缺血的损伤程度、预测脊髓的功能, 可以作为测量运动神经元总体兴奋性的指标。

1.3 F波的时间离散度

F波的最大潜伏期与最小潜伏期之间的差值称为F波的时间离散度。正常情况下, 使用完全相同的记录、刺激条件, F波的时间离散度仅为几毫秒, 但在脊髓疾病患者中时间离散度可以有明显

延长。

1.4 F波的出现率

F波的出现率依个体及神经的不同而发生变化, 出现率的下降提示运动神经元兴奋性下降, 前角细胞和运动轴索病变。

2 F波在脊柱脊髓疾病诊断中的临床应用

2.1 F波在脊髓急性损伤、缺血性疾病诊断中的应用

2.1.1 脊髓急性损伤 该类疾病发生率高, 死亡率、致残率高, 因此正确、及时的诊断患者情况, 尽早做出相应处理非常重要。Long等^[6]针对脊髓损伤患者进行F波监测, 并观察正常对照组人群F波变化, 发现相较正常对照组, 脊髓损伤患者F波幅降低, 潜伏期延长, 说明了脊髓损伤患者运动神经元兴奋性的下降。

2.1.2 脊髓缺血性疾病 栾金利等^[7]通过腰动脉结扎建立兔腰髓缺血损伤的动物模型, 用F波检查脊髓缺血后的神经功能, 表明F波的潜伏期虽然不能量化反映腰髓缺血损伤程度, 但严重缺血后潜伏期也可延长, F波波幅能够定量反映腰髓缺血损伤程度并且能够预测脊髓的功能。

2.2 F波在颈、腰椎慢性退行性病变诊断中的应用

影像学检查对颈椎病的确诊有重要的作用, 但患者影像学检查常显示多节段椎间盘突出, 难以准

基金项目: 山东医药卫生科技发展计划面上项目(2015WS0375)

收稿日期: 2019-01-28; 修回日期: 2019-08-01

作者简介: 周云飞(1995-), 男, 在读硕士研究生, 住院医师, 主攻神经功能疾病。

通信作者: 宋启民(1981-), 男, 医学硕士, 主治医师, 主攻神经功能疾病及神经电生理监测。songqimin-123@163.com。衡雪源(1962-), 男, 博士生导师, 主任医师, 主攻重型颅脑损伤的抢救治疗。Sdlyhxy369@163.com。

确定位发病节段,常常依据患者描述及医师查体得知,缺乏对具体神经根功能受损情况的量化。F波检查能够敏感地反映颈椎病受累的范围和程度,评估颈椎病的神经功能状态^[8,9]。日本的 Funaba 等^[10]针对 20 名 C6-C7 脊髓型颈椎病患者进行神经电生理检查,并观察同等条件下正常对照组的 F 波,发现患者 F 波最短潜伏期延长,说明尽管大多数 C6-C7 脊髓型颈椎病患者缺乏神经系统体征,难以进行诊断,但 F 波可有助其诊断。

腰骶神经根病是由于腰椎间盘突出、椎管狭窄等疾病压迫神经根所引发一类疾病的总称,临床诊断主要依赖于影像学检查,但由于该段神经根的解剖特殊性,仅通过影像学检查缺乏特异性和敏感性。临床诊治中应尽早明确病灶部位,然而在临床上却十分困难^[11],神经电生理特别是 F 波可以有效进行腰骶神经根病的诊断及损伤定位、定量分析^[12]。F 波在腰椎神经根运动功能损伤初期便可出现异常,表现为 F 波出现率的降低,可能是发生了前角细胞或者运动轴索损伤, α 运动神经元兴奋性降低。Gencer 等^[13]针对 S1 神经根受压患者进行双侧胫骨 F 波的测量,通过对比同等条件下正常对照组的 F 波变化,发现 S1 神经根受压患者 F 波的时间离散度、F 波的潜伏期均延长,说明在进行 S1 神经根压迫诊断时,双侧胫骨 F 波变化可以做为有参考意义的诊断指标,有效提高了临床该类疾病的定位诊断准确性。Nakajima 等人^[14]针对腰椎管狭窄患者进行下肢 F 波测量,通过观察正常对照组患者双下肢 F 波变化,发现同等刺激条件下,相较正常对照组,腰椎管狭窄患者潜伏期、时间离散度延长,波幅降低。作为腰骶神经根病检查的重要手段,F 波目前在临床上使用率已经相当普遍^[15]。

3 F 波在脊柱脊髓围手术期监测应用

通过进行手术过程中的 F 波实时监测,可以准确定位正常组织与肿瘤的边界,缩短手术时间,避免了脊髓、神经的误伤,降低术后神经传导功能障碍的发生率,有利于患者早日康复。陈春美等人^[16]所做的动物实验表明通过应用血管夹夹压兔坐骨神经根部的方法建立坐骨神经根部卡压模型,并观察兔胫后神经 F 波在坐骨神经受卡压急性期的变化,发现 F 波表现为潜伏期延长、波幅降低,说明 F 波对神经卡压损伤非常敏感,可以用于术中监测以预防神经根损伤。Thirumala 等^[17]回顾性分析 2 000 例脊柱侧凸融合术患者,结果表明对于接

受该手术的患者来说,术中 F 波监测具有高度敏感、特异性,并且可以用来预测患者神经功能缺损。Zhuang 等人^[18]总结了近 3 年 1162 例脊柱畸形手术的临床资料,发现应用 F 波进行监测获得了令人满意的灵敏度,从而可以提供重要的术中决策信息。

4 在脊柱脊髓治疗、预后评估中的应用

F 波易受麻醉、术者操作等影响,但其检测方便,没有创伤,较易为病人接受,特别适合于近端神经的功能评价。Alanazy 等^[19]通过观察脊髓圆锥梗塞患者中的 F 波变化,发现 F 波的再现对于预测脊髓圆锥梗塞患者行走恢复具有临床意义,说明 F 波对脊髓运动功能恢复非常敏感,可以用于脊髓损伤功能恢复的预测。运动、损伤或者退行性变都会影响神经系统的功能状态,在疾病状态下神经状态会随病情进展而变化,因此正确评估神经系统的功能状态至关重要^[20]。郑超君等^[21]针对符合手术指征的平山病患者行颈椎前路融合术内固定术,通过进行术前术后动态 F 波检测,发现术前动态 F 波异常患者相较无异常患者预后更佳,说明动态 F 波监测可作为平山病的术前评估方法,并且能够预测术后上肢功能的恢复效果,同时手术前后对比动态 F 波在判断手术治疗平山病的即刻有效性方面也具有一定的价值。国外 Nitzschke 等^[22]认为术中监测 F 波、运动诱发电位对于监测神经元结构功能和评估术后恢复越来越重要,可以减少术后神经功能的缺失,对于保护相关神经的功能具有重要意义。

总之,F 波在脊髓疾病中的诊断、监测、评估中扮演了重要的角色,是临床诊治脊柱脊髓疾病的可靠方法,由于 F 波只能反映脊髓运动神经元和运动神经功能的完整性,不能反映感觉传导通路等其他神经通路的完整性,在临床应用中还需要结合其他神经电生理指标综合评估,才能更全面的诊治脊柱、脊髓疾病。

参 考 文 献

- [1] Magladerer JW, McDougal DB, Jr. Electrophysiological studies of nerve and reflex activity in normal man. I. Identification of certain reflexes in the electromyogram and the conduction velocity of peripheral nerve fibers [J]. Bull Johns Hopkins Hosp, 1950, 86(5): 265-290.
- [2] Papathanasiou ES, Zamba E, Papacostas SS. Radial nerve F-waves: normative values with surface recording from the extensor indicis muscle [J]. Clin Neurophysiol, 2001, 112(1): 145-152.

- [3] Johnsen B, Fuglsang-Frederiksen A. Electrodiagnosis of polyneuropathy[J]. *Neurophysiol Clin*, 2000, 30(6): 339-351.
- [4] Yamamoto T, Takakura S, Kawamura I, et al. The effects of zenarestat, an aldose reductase inhibitor, on minimal F-wave latency and nerve blood flow in streptozotocin-induced diabetic rats[J]. *Life Sciences*, 2001, 68(12): 1439-1448.
- [5] Zheng C, Zhu Y, Yang S, et al. A study of dynamic F-waves in juvenile spinal muscular atrophy of the distal upper extremity (Hirayama disease) [J]. *J Neurol Sci*, 2016, 367:298-304.
- [6] Long J, Federico P, Perez MA. A novel cortical target to enhance hand motor output in humans with spinal cord injury [J]. *Brain*, 2017, 140(6): 1619-1632.
- [7] 栾金利, 杨传超, 宋启民, 等. F波评估兔不同程度永久性腰髓缺血损伤动物模型的价值[J]. *海南医学*, 2017, 27(8): 1215-1219.
- [8] Ghasemi M, Golabchi K, Mousavi SA, et al. The value of provocative tests in diagnosis of cervical radiculopathy [J]. *J Res Med Sci*, 2013, 18(Suppl 1): S35-38.
- [9] Inal EE, Eser F, Aktekin LA, et al. Comparison of clinical and electrophysiological findings in patients with suspected radiculopathies [J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2013, 26(2): 169-173.
- [10] Funaba M, Kanchiku T, Imajo Y, et al. Characteristics of C6-7 myelopathy: assessment of clinical symptoms and electrophysiological findings [J]. *Spinal Cord*, 2016, 54(10): 798-803.
- [11] Kreiner DS, Shaffer WO, Baisden JL, et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update) [J]. *Spine J*, 2013, 13(7): 734-743.
- [12] Tong HC. Specificity of needle electromyography for lumbar radiculopathy in 55-to 79-yr-old subjects with low back pain and sciatica without stenosis [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2011, 90(3): 233-242.
- [13] Gencer M, Uluc K, Cetinkaya Y, et al. Clinical utility of F wave parameters in unilateral S1 radiculopathy [J]. *Neurosciences (Riyadh)*, 2011, 16(3): 237-241.
- [14] Nakajima N, Tani T, Kiyasu K, et al. Unilateral repetitive tibial nerve stimulation improves neurogenic claudication and bilateral F-wave conduction in central lumbar spinal stenosis [J]. *J Orthop Sci*, 2018, 23(2): 282-288.
- [15] 郑超君, 姜建元. 辅助诊断技术在腰椎退变性疾病"责任节段"判断中的研究进展 [J]. *国际骨科学杂志*, 2017, 38(3): 170-175.
- [16] 陈春美, 赵伟, 宋启民, 等. F波在兔坐骨神经损伤急性期的变化 [J]. *中华实验外科杂志*, 2016, 33(11): 2546-2548.
- [17] Thirumala PD, Crammond DJ, Loke YK, et al. Diagnostic accuracy of motor evoked potentials to detect neurological deficit during idiopathic scoliosis correction: a systematic review [J]. *J Neurosurg Spine*, 2017, 26(3): 374-383.
- [18] Zhuang Q, Wang S, Shen J. Re: How to make the best use of intraoperative motor evoked potential monitoring? Experience in 1162 consecutive spinal deformity surgical procedures [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015, 40(8): 589-591.
- [19] Alanazy MH. Conus medullaris stroke. Does F wave predict return of ambulation? [J]. *Neurosciences (Riyadh)*, 2016, 21(3): 260-263.
- [20] McNeil CJ, Butler JE, Taylor JL, et al. Testing the excitability of human motoneurons [J]. *Front Hum Neurosci*, 2013, 7: 152.
- [21] 郑超君, 聂聪, 金翔, 等. 肌电图中动态 F波对平山病患者手术疗效的预测价值 [J]. *中华骨科杂志*, 2019, 39(8): 496-503.
- [22] Nitzschke R, Hansen-Algenstaedt N, Regelsberger J, et al. Intraoperative electrophysiological monitoring with evoked potentials [J]. *Anaesthesist*, 2012, 61(4): 320-335.