

# 肌电图对多节段腰椎退行性疾病 责任节段定位的诊断价值

金 翔, 吕飞舟, 马晓生, 夏新雷, 郑超君, 姜建元

(复旦大学附属华山医院骨科 200040 上海市静安区)

**【摘要】目的:**评估肌电图(electromyography, EMG)对多节段腰椎退行性疾病责任节段定位的诊断价值。**方法:**2007 年 1 月~2015 年 1 月收治多节段腰椎退行性疾病手术患者 342 例,男 174 例,女 168 例;平均年龄 69.2 岁,其中腰椎管狭窄症 180 例,腰椎管狭窄症合并腰椎间盘突出症 95 例,腰椎管狭窄症合并腰椎滑脱症 55 例,腰椎管狭窄症合并腰椎退行性侧凸 12 例。根据症状、体征和影像学检查确定责任节段 224 例,行神经根阻滞术确定责任节段 118 例。行单节段减压手术 95 例,双节段减压手术 212 例,3 节段减压手术 35 例。术前对患者下肢运动神经和感觉神经进行神经传导检测,对下肢肌肉和腰骶部椎旁肌进行针电极 EMG 检测,对比目鱼肌进行 H 反射检测。所检测肌肉的针电极 EMG 出现失神经电位即纤颤电位、正锐波及复合重复放电(complex repetitive discharge, CRD)时,提示有神经损害;神经传导检测中运动神经传导速度(motor nerve conduction velocity, MCV)、感觉神经传导速度(sensory nerve conduction velocity, SCV)的异常标准:MCV<40m/s, SCV<39m/s;患侧 H 反射消失或双侧潜伏期差值>1.5ms,提示存在 S1 神经根病变损害可能。EMG 检测的灵敏度=EMG 检测结果阳性与手术减压吻合的节段数/EMG 检测所有节段中手术减压的节段总数,特异性=EMG 检测结果阴性与未手术减压吻合的节段数/EMG 检测所有节段中未手术减压的节段总数。**结果:**针电极 EMG 部分,正锐波和纤颤电位判定责任节段的灵敏度为 72.5%,特异性为 87.2%;CRD 判定责任节段的灵敏度为 8.7%,特异性为 100%;宽大和多相的运动单位电位(motor unit potential, MUP)判定责任节段的灵敏度为 92.2%,特异性为 18.2%。神经传导检测部分,342 例患者中,89 例患者胫神经、101 例患者腓总神经的肌肉复合动作电位(compound muscle action potential, CMAP)幅值降低,其中 45 例患者(病程>3 年)在趾短伸肌记录不到 CMAP,但在胫前肌可记录到低幅值、速度正常的 CMAP;所有患者胫神经、腓总神经运动传导速度正常,腓浅神经和腓肠神经的感觉传导正常。217 例患者 H 反射消失,54 例患者 H 反射潜伏期较健侧延长 1.5ms。**结论:**CRD、正锐波和纤颤电位对诊断多节段腰椎退行性疾病责任节段的灵敏度和特异性较高,而 MUP 对责任节段的诊断价值较小。

**【关键词】**多节段腰椎退行性疾病;责任节段;肌电图

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2017.05.08

中图分类号:R681.5, R741.044 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-05-0429-06

**Diagnostical value of electromyography in identifying responsible segments of multi-segmental lumbar degenerative diseases/JIN Xiang, LÜ Feizhou, MA Xiaosheng, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(5): 429-434**

**【Abstract】Objectives:** To explore the value of electromyography(EMG) in diagnosing responsible segments of multi-segmental lumbar degenerative diseases. **Methods:** A total of 342 patients(male 174, female 168; average age, 69.2) with multi-segmental lumbar degenerative diseases were enrolled in this study from January 2007 to January 2015. 180 patients had lumbar spinal stenoses, 95 with lumbar spinal stenosis with disc herniation, 55 with lumbar spondylolisthesis and 12 with degenerative scoliosis. The responsible segments in 224 patients were confirmed according to the symptoms, signs and imageological examination, and 118 were diagnosed by preoperational subarachnoid root block. 95 patients underwent single-segment surgery, 212 patients had double-segment surgery, and 35 had three-segment fixation. The nerve conduction velocity of lower

第一作者简介:男(1981-),医学硕士,研究方向:脊柱外科,神经电生理学

电话:(021)52887126 E-mail:jin\_xiang81@163.com

通讯作者:姜建元 E-mail:jjy@fudanspine.com

limb motor nerve and sensory nerve were performed. Lower limb muscle and paraspinal muscle in lumbosacral region were detected by the electromyography of needle pole. And H reflex was examined in soleus muscle. The muscles detected by needle EMG appeared the denevated potentials, that were, fibrillation potentials, positive sharp waves and compound repetitive discharge (CRD), suggesting the nerve injury. The abnormal standards of motor nerve conduction velocity(MCV) and sensory nerve conduction velocity(SCV) were detected in the nerve conduction studies (NCS): MCV<40m/s, SCV<39m/s. The patients with affected H reflex disappearing or bilateral latency difference more than 1.5ms, suggesting that S1 nerve root might be damaged. Electromyography detection sensitivity=the number of segments positive in electromyography test and surgical decompression anastomosis/total number of segments undergoing decompression in electromyography detection; the specificity=the number of segments negative in electromyography test/all segments without decompression.

**Results:** Needle electromyography showed that the sensitivity and specificity of the responsible segments were 72.5% and 87.2%, respectively. The complex repetitive discharges(CRD) showed a sensitivity of 8.7% and a specificity of 100% in the responsible segments. The sensitivity and specificity of motor unit potential (MUP) turned out to be 92.2% and 18.2%. Nerve conduction detection showed decreased compound muscle action potential (CMAP) in tibial nerves of 89 patients and common peroneal nerves of 101 patients. In those patients, CMAP of extensor digitorum could not be detected in 45 patients whose disease courses were longer than 3 years, however, CMAP with low amplitude and normal speed of tibialis anterior in those patients could be observed. In all of the patients, the motor conduction velocities of common tibial nerves and common peroneal nerves as well as the sensory conduction velocities of superficial peroneal nerves and sural nerves were normal. H reflexes disappeared in 217 patients, and the latencies of H reflex were prolonged 1.5ms in 54 patients.

**Conclusions:** This prospective study demonstrates the positive and sharp waves and fibrillation potentials have a higher sensitivity and specificity in analyzing the responsible segment of multilevel lumbar degenerative disease. However, it is of less value of MUP in defining responsible segment.

**【Key words】** Multi-segmental lumbar degenerative diseases; Responsibility segment; Electromyography

**【Author's address】** Department of Orthopedics, Affiliated Huashan Hospital of Fudan University, Shanghai, 200040, China

腰椎退变性疾病是临床最为常见的脊柱退变性疾病<sup>[1]</sup>。随着社会老龄化,老年患者,特别是有些病程较长的患者,在相关的影像学资料上显示的退变节段较多,临床表现复杂,在确定责任节段及选择手术减压范围等方面给临床医生带来了极大的困难和挑战。对于多节段腰椎退行性疾病,治疗的难点及焦点在于手术能否仅局限于责任节段以及如何准确确定责任节段。我们通过回顾性分析多节段腰椎退行性疾病患者术前的相关电生理参数,探索肌电图(electromyography, EMG)在确定责任节段中的作用。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

我院 2007 年 1 月~2015 年 1 月收治两节段及两节段以上腰椎退行性疾病的手术患者共 342 例,其中男 174 例,女 168 例;年龄 59~82 岁(平均 69.2 岁);病程 2~15 年。192 例患者均有反复发作的间歇性跛行,150 例有腰痛伴下肢放射痛

且症状逐渐加重的病史。其中症状及体征出现在单侧 123 例,双侧 219 例;伴有感觉减退者 180 例;肌力减退者 167 例;大小便功能障碍 2 例;踝反射减弱或消失 135 例。诊断腰椎管狭窄症 180 例,腰椎管狭窄症合并腰椎间盘突出症 95 例,腰椎管狭窄症合并腰椎滑脱症 55 例,腰椎管狭窄症合并腰椎退行性侧凸 12 例。其中,2 个节段 102 例,3 个节段 211 例,4 个节段 29 例。所有患者根据症状、体征、影像学检查评判责任节段,其中 118 例临床证据判定不明确的患者行神经根阻滞术确定责任节段。342 例患者均行经椎间孔腰椎椎体间融合术(TLIF),其中行单节段减压手术 95 例,双节段减压手术 212 例,3 节段减压手术 35 例。所有患者行常规电生理检查。排除标准:既往有腰椎手术史者以及同时患有多发性神经病、神经丛病、其他局灶性神经病、肌病或中枢神经系统疾病的患者。

### 1.2 EMG 检查

#### 1.2.1 检查方法 使用日本光电公司的 Nihon

Kohden MEB-9400 肌电图仪进行 EMG 的检查(神经传导及针电极 EMG 等)。检查时受试者取仰卧位,放松下肢肌肉,室内温度控制在 25℃~30℃,对患者双侧下肢的运动神经、感觉神经、双侧 H 反射、双侧下肢肌肉及腰骶部椎旁肌进行检测。(1)EMG:按照常规方法,用同心针电极检查患者髂肌、长收肌、股直肌、臀大肌、股二头肌、胫前肌、胫后肌、腓肠肌、趾短伸肌、腰骶部椎旁肌,记录静息状态下的自发电位,并分析收缩时运动单位电位(motor unit potential, MUP)的形态及大力收缩时的募集情况。在测定由不同周围神经支配、但属于同一神经根节段的肢体肌肉时,若在其相应水平的椎旁肌同时发现异常 EMG 信号,则判定该节段神经根受损<sup>[2]</sup>。(2)神经传导检测(nerve conduction studies, NCS):检测患者双侧胫神经、腓总神经的运动传导指标,包括复合肌肉动作电位(compound motor action potential, CMAP)幅值、运动神经传导速度(motor nerve conduction velocity, MCV);检测腓肠神经、腓浅神经的感觉传导指标,包括感觉神经动作电位(sensory nerve action potential, SNAP)幅值和感觉神经传导速度(sensory nerve conduction velocity, SCV)。(3)H 反射检测:患者取俯卧位,记录电极放于双侧胫骨内缘、胫骨粗隆至内踝中点的比目鱼肌上,参考电极放在内踝上方的跟腱处<sup>[3]</sup>。利用鞍状电极于腘窝处刺激胫神经,逐步改变刺激强度,直至引出最大 H 反射。

**1.2.2 EMG 结果的判定** 所检测肌肉的 EMG 出现失神经电位,即纤颤电位、正锐波及复合重复放电(complex repetitive discharge, CRD)时,提示有神经损害。股四头肌+髂肌出现自发电位、胫前肌无自发电位,提示 L3 神经根损伤;股四头肌+长收肌出现自发电位、髂肌无自发电位,提示 L4 神经根损伤;胫骨前肌+胫骨后肌出现自发电位、腓肠肌和股直肌无自发电位,提示 L5 神经根损伤;腓肠肌+趾短伸肌或臀大肌有自发电位、胫前肌无自发电位,提示 S1 神经根损伤;胫前肌+胫骨后肌+腓肠肌出现自发电位、股直肌无自发电位,提示 L5/S1 复合神经根损伤。神经传导检测中 MCV、SCV 的异常标准:MCV<40m/s, SCV<39m/s。患者患侧 H 反射消失或双侧潜伏期差值>1.5ms,提示存在 S1 神经根病变损害可能<sup>[2,3]</sup>。

### 1.3 EMG 定位责任节段的灵敏度与特异性

**1.3.1 EMG 定位责任节段与手术节段的相符情况** 分析 EMG 得出具体神经根损伤后,回顾性分析术前的 MRI,以明确损伤神经根是“行走根”还是“出口根”,再结合手术结果确定 EMG 发现是否与手术减压节段吻合。例如,EMG 明确是 L5 神经根损伤;如果 MRI 影像是 L5/S1 节段的极外侧型椎间盘突出或神经根管狭窄,手术节段为 L5-S1,则判定 EMG 结果与手术节段吻合;或者 MRI 影像是 L4/5 节段的非极外侧型椎间盘突出或中央管狭窄,手术节段为 L4-5,同样判定 EMG 结果与手术减压节段吻合。

**1.3.2 EMG 各参数的灵敏度和特异性的计算方法** 灵敏度=EMG 检测结果阳性与手术减压吻合的节段数/EMG 检测所有节段中手术减压的节段总数。特异性=EMG 检测结果阴性与未手术减压吻合的节段数/EMG 检测所有节段中未手术减压的节段总数。

## 2 结果

### 2.1 针电极 EMG 结果

在 342 例患者中,329 例患者针电极 EMG 检测发现神经损伤证据(图 1),13 例患者未检测到神经损伤。在 329 例患者中,275 例患者下肢肌肉中检测到正锐波和纤颤电位,其中单节段损伤 82 例(单侧 28 例,双侧 54 例),两节段损伤 103 例(单侧 42 例,双侧 61 例),3 节段损伤 90 例(单侧 12 例,双侧 78 例);正锐波和纤颤电位判定神经损伤与手术节段吻合的病例为 248 例。正锐波和纤颤电位判定责任节段的灵敏度为 72.5%,特异性为 87.2%。36 例患者中检测到 CRD,其中单节段损伤 26 例(单侧 20 例,双侧 6 例),两节段损伤 10 例(单侧 4 例,双侧 6 例);CRD 判定神经损伤与手术节段吻合的病例为 30 例。CRD 判定责任节段的灵敏度为 8.7%,特异性为 100%。329 例患者中均检测到宽大和多相的 MUP,其中单节段损伤 32 例(单侧 5 例,双侧 27 例),两节段损伤 91 例(单侧 16 例,双侧 75 例),三节段损伤 206 例(单侧 35 例,双侧 171 例);宽大和多相的 MUP 判定神经损伤与手术节段吻合的病例为 76 例。宽大和多相的 MUP 判定责任节段的灵敏度为 92.2%,特异性为 18.2%。

### 2.2 神经传导检测结果

在 342 例患者中,89 例患者胫神经、101 例患

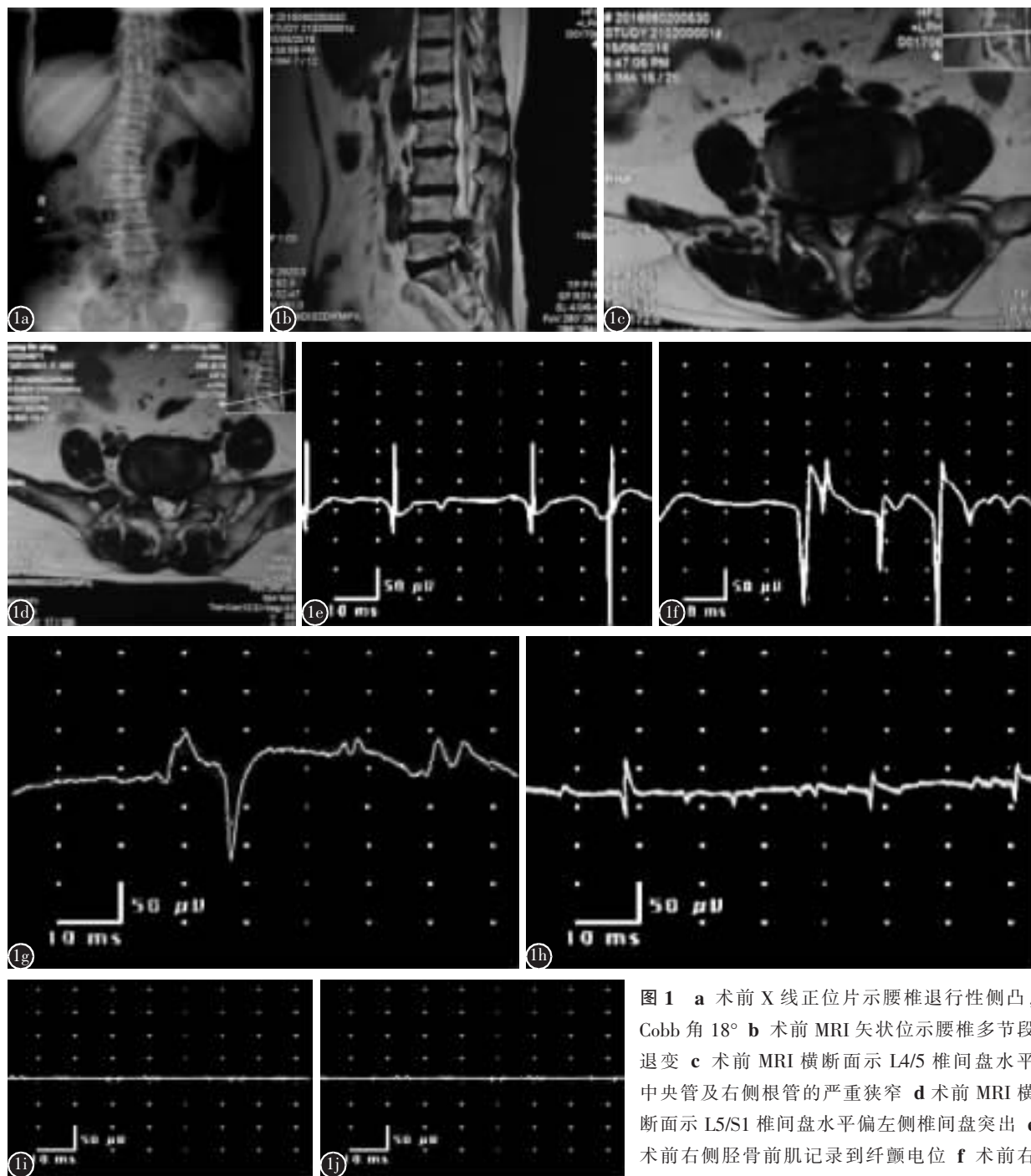


图 1 a 术前 X 线正位片示腰椎退行性侧凸, Cobb 角  $18^{\circ}$  b 术前 MRI 矢状位示腰椎多节段退变 c 术前 MRI 横断面示 L4/5 椎间盘水平中央管及右侧根管的严重狭窄 d 术前 MRI 横断面示 L5/S1 椎间盘水平偏左侧椎间盘突出 e 术前右侧胫骨前肌记录到纤颤电位 f 术前右足拇长伸肌记录到正锐波 g 术前右侧胫骨后

肌记录到正锐波 h 术前右侧臀中肌记录到纤颤电位 i 术前右侧股内侧肌未记录到自发电位 j 术前右侧腓肠肌内侧头未记录到自发电位(根据 e~j, 提示右侧 L4 和 L5 根性损伤, 结合 MRI 判断 L4/5 为责任节段)

**Figure 1** a Preoperational X-ray indicated lumbar degenerative scoliosis with Cobb  $18^{\circ}$  b MRI sagittal plane indicated lumbar multi-segments degeneration c MRI transverse plane indicated a server narrow in the central canal and right root canal of L4/5 d MRI transverse plane indicated lumbar disc herniation at left side of L5/S1 e The fibrillation potentials was recorded at right tibialis anterior preoperatively f The positive sharp wave in right extensor longus pollicis preoperatively g The positive sharp wave at right tibialis posterior preoperatively h The fibrillation potential at right middle gluteal muscle preoperatively i None of Spontaneous potential was detected at the right medial vastus muscle preoperatively j None of Spontaneous potential was recorded at right medial gastrocnemius muscle (according to e~j, it was indicated root injuries on right L4-5, diagnosed L4/5 as response segments combined with MRI)

者腓总神经的 CMAP 幅值降低, 其中 45 例患者(病程>3 年)在趾短伸肌记录不到 CMAP, 但在胫前肌可记录到低幅值、速度正常的 CMAP, 异常病例共 190 例。所有患者胫神经、腓总神经运动传导速度正常, 腓浅神经和腓肠神经的感觉传导正常。

### 2.3 H 反射检测结果

其中 217 例患者 H 反射消失 (170 例双侧 H 反射消失, 47 例患侧 H 反射消失), 54 例患者患侧 H 反射潜伏期较健侧延长 1.5ms。

## 3 讨论

多节段腰椎退行性疾病多发生于老年人, 是造成老年人慢性腰腿痛的常见原因之一。当非手术治疗无效时往往需要手术治疗以解除神经压迫。大部分患者影像学检查虽有多节段病变, 但事实上其症状只由某个节段引起<sup>[4]</sup>, 临床上称之为责任节段。因此, 判定责任节段成为多节段腰椎退行性疾病诊治中的重点及难点。随着影像检查技术和仪器的不断进步, 很多患者结合临床表现和影像学检查可以做出明确的手术定位。但在临床上依然有许多病例的临床表现与影像学检查有不相符的地方, 目前多采用神经根阻滞术来鉴别责任节段<sup>[5-8]</sup>。文献报道诊断性的神经根阻滞术能准确定位产生疼痛的责任神经根, 诊断的阳性率为 45%~100%<sup>[6-8]</sup>。但神经根阻滞术是有创的检查方式, 如果操作不熟练存在感染、血肿、神经根损伤等并发症; 并且使用神经根阻滞术判断责任节段需要患者充分的理解和配合, 其准确率受患者的主观影响较大<sup>[6-8]</sup>。神经电生理技术能够早期对神经病变进行定位和诊断, 可以判断患者神经根病变程度, 对于诊断腰椎退行性病变, 目前尚未发现比 EMG 更为有效的电生理诊断方法<sup>[9]</sup>。但多节段腰椎退行性病变中, 肌电图定位责任节段的研究较为缺乏。

本研究 342 例患者中, 神经电生理检测发现了 329 例患者存在不同程度的神经根损伤。其中正锐波和纤颤电位对于责任节段诊断的灵敏度和特异性均较高, CRD 的灵敏度低而特异性高, 宽大和多相 MUP 的灵敏度高而特异性低。这一现象可能的解释如下: (1) 正锐波和纤颤电位是最常见的自发电位, 是肌肉纤维活动性的失神经病变的电生理学标记, 神经损伤后的几周之内, 纤颤电位和正锐波逐渐显现<sup>[9, 10]</sup>。(2) 神经损伤后的再生阶

段(通常为神经损伤后的几个月), 再生的神经纤维重新支配肌肉, 导致 MUP 的形态改变; MUP 时限变长、波幅变高、相位变多, 每个运动单位的肌纤维数目相应增加。如果再生成功, 数月甚至数年之后, 自发电位会消失, EMG 表现为伴有募集减弱的再支配 MUP<sup>[10, 11]</sup>。多节段腰椎退行性疾病的患者往往病程较长, 神经根的损伤和神经再生并存, 电生理检测中发现正锐波和纤颤电位说明该节段持续存在神经损伤, 提示该节段病变进展。本研究证实正锐波和纤颤电位可以作为判断责任节段的有效参数。同时研究发现异常形态的 MUP 广泛存在于多节段腰椎退行性疾病患者的责任节段和非责任节段, 提示这些节段均出现过神经根性损伤, 因此导致 MUP 诊断责任节段的灵敏度高, 而特异性低。其中一些非责任节段存在异常的 MUP 可能是因为退变过程中椎间高度彻底丢失、骨赘增生甚至自发融合再次达到稳定, 从而神经根性的损伤停止。(3) CRD 是一种特殊的失神经自发电位。它们是由某一失神经支配的肌纤维去极化, 随后通过接触扩散到相邻的失神经肌纤维所产生的(即从肌膜直接到肌膜)肌纤维再次被激活, 这就形成了周期性的放电<sup>[11]</sup>。它存在于慢性的神经源性病变中, 本研究发现在出现 CRD 的节段均是责任节段。但由于 CRD 检测到的比例较低, 限制了其在确定责任节段中的应用。

本研究中, 胫神经和腓总神经的运动传导幅值显著降低, 但传导速度无明显异常。在神经根病变时, 运动神经纤维发生轴索变性可导致动作电位幅值减低, 而传导速度不受影响。因感觉神经节位于感觉神经根与运动神经根汇合处的近端, 在椎间盘突出时, 此神经节一般不会受累, 所以感觉神经的传导不会出现异常。S1 神经根损害患者的 H 反射均显示异常, 即使在许多非责任节段 EMG 提示神经已无进一步损伤表现, H 反射依然消失。这一现象可能的解释如下: (1) H 反射是一项极为敏感的指标, 当神经根损伤的临床表现完全恢复后仍然保持这种异常表现<sup>[12]</sup>。所以说神经本身的恢复与症状的恢复之间是不一致的, 即使在临床上患者的症状已完全恢复, 神经本身的损伤可能仍然存在。(2) 支配同一块肌肉的神经纤维的恢复程度不同, 可能是部分神经纤维得以恢复, 这造成了沿 Ia 神经纤维上行的冲动发生了弥散, 使得冲动无法同时到达 Ia 神经元, 所以造成了一个

阈下的刺激,因此无法诱发 H 反射<sup>[12,13]</sup>。(3)部分患者由于其神经根内部分神经纤维损伤的程度较大,故造成了不可逆的损伤,进而造成了 H 反射永久性的异常。因此神经传导检测和 H 反射在定性神经根损伤中具有重要作用,但对于责任节段的确定意义不明显。

回顾性研究是本研究的一个明显的局限因素;同时神经电生理检测主要是发现神经损伤性的病变,对于术中恢复腰椎曲度、重建生物力学稳定等方面不能给出有价值的参考。采用 EMG 检测腰骶神经根损伤存在一定的滞后性。在 EMG 的各项异常指标中,失神经电位(正锐波、纤颤波)对责任节段最有诊断意义,但这些电位通常出现在运动神经轴突的瓦勒氏变性之后,并且出现时间与神经受损的部位及其所支配肌肉的距离有关。近端肌肉在神经损伤后 2~3 周会出现失神经电位,远端肌肉需要 3~4 周,更远端肌肉则需更久时间才会出现失神经电位,所以肢体远端肌肉在神经根损害早期的 EMG 检测会出现假阴性的结果。

本研究证明了正锐波和纤颤电位在客观评估多节段腰椎退行性疾病的责任节段方面具有潜在的价值,检测到 CRD 提示该节段就是责任节段。而异常形态的 MUP 对评估多节段腰椎退行性疾病的责任节段方面运用价值较小。

#### 4 参考文献

1. 胡有谷. 颈、腰退行性病变. 见陈孝平等编. 外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2004. 1043-1059.
2. Wilbourn AJ, Aminoff MJ. AAEM minimonograph 32: the electrodiagnostic examination in patients with radiculopathies. American Association of Electrodiagnostic Medicine[J]. Muscle Nerve, 1998, 21(12): 1612-1613.
3. Kimura J, editor. Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: Principles and Practice[M]. 3rd ed. New York: Oxford University Press, 2001. 208-213.
4. Adamova B, Vohanka S, Dusek L. Differential diagnostics in patients with mild lumbar spinal stenosis: the contributions and limits of various tests[J]. Eur Spine J, 2003, 12(2): 190-196.
5. 刘波, 田伟, 李勤, 等. 选择性神经根封闭在多节段腰椎疾患的定位作用[J]. 中华外科杂志, 2002, 40(3): 200.
6. Gajraj NM. Selective nerve root blocks for low back pain and radiculopathy[J]. Reg Anesth Pain Med, 2004, 29(3): 243-256.
7. Anderberg L, Siiveland H, Annertz M. Distribution patterns of transforaminal injections in the cervical spine evaluated by multislice computed tomography[J]. Eur Spine J, 2006, 15(10): 1465-1471.
8. Sasso RC, Macadaeg K, Nordmann D, et al. Selective nerve root injections can predict surgical outcome for lumbar and cervical radiculopathy: comparison to magnetic resonance imaging[J]. J Spinal Discord Tech, 2005, 18(6): 471-478.
9. Kimura J. Peripheral Nerve Diseases[M]. Amsterdam: Elsevier, 2006. 621-630.
10. Preston DC, Shapiro BE. Electromyography and Neuromuscular Disorders[M]. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier, 2005. 161-215.
11. 党静霞. 肌电图诊断与临床应用[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005. 142-163.
12. Jin X, Zhu Y, Lu FZ, et al. H-reflex to S1-root stimulation improves utility for diagnosing S1 radiculopathy [J]. Clin Neurophysiol, 2010, 121(8): 1329-1335.
13. Zhu Y, Starr A, Su HS, et al. The H-reflex to magnetic stimulation of lower-limb nerves[J]. Arch Neurol, 1992, 49(1): 66-71.

(收稿日期:2016-12-07 修回日期:2017-02-25)

(英文编审 贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)