

# 术中肌电图监测在全身麻醉下腰椎 椎间孔镜手术中的应用

徐勇 李锋 熊伟 方忠 廖晖

**【摘要】** 目的 评估术中肌电图监测在全身麻醉下腰椎椎间孔镜手术中的可行性以及安全性。方法 回顾性分析我院 2013 年 10 月至 2015 年 8 月使用全身麻醉下联合自发肌电图监测行椎间孔镜手术治疗腰椎间盘突出症的 145 例患者,其中椎间孔入路 93 例,椎板间入路 52 例。记录术中异常肌电图信号的发生情况、术后新发神经功能障碍;采用疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评价手术疗效。结果 145 例患者手术均顺利完成。术中有 21 例(14.5%, 21/145)出现异常肌电反应,经椎间孔入路 14 例,其中发生于穿刺及放置工作通道过程者 4 例(4.3%, 4/93),在椎间盘切除过程的有 12 例(12.9%, 12/93),2 例在上述过程中均有异常肌电反应;经椎板间入路的有 7 例出现异常肌电反应,其中发生于穿刺及放置工作通道过程的有 1 例(1.9%, 1/52),切除椎间盘过程中的有 7 例(13.4%, 7/52),1 例在上述过程中均有异常肌电反应。术后 2 例(1.4%, 2/145)患者麻木症状加重,2 周后缓解。手术前后 VAS 评分及 ODI 的差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。结论 全身麻醉联合肌电图监测下行椎间孔镜手术可取得与局部麻醉同样的手术效果,可减轻患者术中紧张及痛苦,患者易于接受;术中使用神经电生理监测可保证手术安全性,避免神经并发症的发生。

**【关键词】** 肌电图监测;全身麻醉;外科手术,微创性;内窥镜;椎间盘切除术

**Application of electromyography monitoring in percutaneous endoscope lumbar discectomy under general anesthesia.** XU Yong, LI Feng, XIONG Wei, FANG Zhong, LIAO Hui. Department of Orthopaedics, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Corresponding author: LI Feng, E-mail: lifengmd@hust.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To evaluate the feasibility and safety of percutaneous endoscope lumbar discectomy (PELD) using electromyography (EMG) monitoring under general anesthesia. **Methods** The clinical data of 145 patients with lumbar disc herniation treated in our institution by PELD using electromyography monitoring under general anesthesia from October 2013 to August 2015 were retrospectively, including 93 cases via the transforaminal approach and 52 cases via the interlaminar approach. Abnormal EMG changes, postoperative neurological complications, visual analogue scale (VAS) and Oswestry disability index (ODI) were recorded. **Results** PELD was successfully performed on all 145 cases. There were no severe complications during and after operation except for 2 cases (1.4%) of postoperative dyesthesia. Abnormal EMG changes were recorded in 21 of the 145 cases (14.5%, 21/145), which occurred during puncture and placement of the endoscopic working channel in the area of the neuroforamen in 4 cases (4.3%, 4/93) and during removal of the herniated disc in 12 cases (12.9%, 12/93) via the transforaminal approach, while 1 case (1.9%, 1/52) and 7 cases (13.4%, 7/52) via the interlaminar approach. VAS scores and ODI revealed statistically significant improvement when they were compared with preoperative values (all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** PELD combined with electromyography monitoring under general anesthesia is safe and effective in the treatment of lumbar disc herniation, and can achieve good outcomes and high patient satisfaction. General anesthesia can reduce intraoperative stress and pain so that a larger number of patients may benefit from it.

**【Key words】** Electromyography monitoring; General anesthesia; Surgical procedures, minimally invasive; Endoscopy; Discectomy

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2016.01.006

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81472133);卫生行业科研专项项目基金(201002018)

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院骨科

通信作者:李锋, E-mail: lifengmd@hust.edu.cn

腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH)是导致下肢放射痛的主要原因,经严格保守治疗无效后可采用手术治疗。经皮内窥镜下腰椎间盘突出髓核摘除术(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)因其微创、疗效确切等特点,近几年被广泛应用于LDH的治疗,在脊柱微创手术领域占据较为重要的地位<sup>[1-4]</sup>。

目前,该手术方式一般采用局部浸润麻醉,操作简单,术中能与患者进行良好的互动,以了解神经根的功能状态,从而保证神经根的安全。但与此同时,该麻醉方式要求患者充分配合,由于患者术中必定会承受不同程度的疼痛,可能因部分患者无法配合、对可能随时发生的疼痛充满恐惧感以及无法耐受疼痛等原因而终止手术,进而失去微创手术机会<sup>[5]</sup>。另一方面,局部浸润麻醉下行椎间孔镜手术亦存在诸如神经根损伤、硬膜撕裂、血肿、颅内高压等并发症<sup>[6]</sup>,其中以出口神经根的损伤较为常见。文献报道其发病率为1.0%~8.9%<sup>[7]</sup>,主要表现为肌力下降、术后感觉异常(如术后新发的疼痛、麻木,或原有症状加重)。工作套管对出口神经根的直接压迫是其损伤的重要原因,主要是由于行椎间孔局部浸润麻醉时将出口神经根麻醉,手术操作过程中患者无法反馈出口神经根受压可能出现的疼痛症状。因此,防止术中的神经根损伤是经皮椎间孔镜手术成功与否的关键因素。

为此,我们采用全身麻醉联合肌电图监测的方式实施腰椎椎间孔镜手术以期解决上述问题,其中全身麻醉较好地解决了局部麻醉手术过程中患者可能出现的疼痛不适和紧张,患者易于接受;同时神经根的肌电图监测可保障操作过程中神经根的安全,减少出口神经根损伤的风险。我院于2013年10月至2015年8月采用全身麻醉联合肌电图监测的方式实施腰椎椎间孔镜手术,通过回顾分析该组患者的临床资料,探讨术中肌电图监测在全身麻醉下腰椎椎间孔镜手术中的应用效果。

## 资料与方法

### 一、一般资料

本组145例,男97例,女48例,年龄18~75岁,平均41.5岁。腰椎椎间盘突出部位:L<sub>4/5</sub> 86例,均行椎间孔入路;L<sub>5/S<sub>1</sub></sub> 59例,其中7例行椎间孔入路,余下52例均行椎板间入路。患者的临床主要表现为腰骶部、大腿后侧、小腿后侧(或外侧)、足背或足底疼痛,伴或不伴麻木。

术前常规摄X线正侧位及动力位片,行CT平扫与MRI检查。通过X线片了解髂嵴高低情况及椎间孔、椎板间隙大小,动力位X线片了解是否存在手术节段不稳;通过CT检查明确是否存在椎间盘钙化情况,通过MRI检查明确椎间盘突出节段、程度及位置情况。

### 二、治疗方法

所有患者均采用全身麻醉,取俯卧位,下腹下稍垫高至腰部少许后凸,使椎间隙后侧充分张开,扩大椎间孔便于穿刺。双下肢放置安装肌电图电极,根据患者的手术节段选择监测的肌肉,主要监测手术节段椎间孔出口神经根及其上、下各一节段的神经根对应的肌肉,如手术节段为L<sub>4/5</sub>时主要监测出口根L<sub>5</sub>及上下各一个节段(L<sub>4</sub>和S<sub>1</sub>)神经根对应的肌肉。各神经根与主要监测肌肉的对应关系为:L<sub>5</sub>神经根-股四头肌,L<sub>4</sub>神经根-胫前肌,L<sub>5</sub>神经根-踇长伸肌,S<sub>1</sub>神经根-腓肠肌。

在前后位X线透视下,用克氏针体表标记棘突中线、目标椎间隙水平线以及通过患侧上关节突及椎间盘中心的斜线,穿刺点一般选择位于该线并旁开棘突中线外侧12~14 cm。侧位X线透视下确认通过横突的安全线,一般穿刺点应距离安全线背侧3.0 cm以上。选用合适的穿刺针,在“C”型臂X线机的辅助下调整穿刺针于合适位置,抽出针芯,置入导丝,拔出穿刺针。于穿刺点处作一0.7 cm的皮肤切口,沿导丝依次置入扩张管及工作通道,在X线透视辅助下到达目标位置。

行L<sub>5/S<sub>1</sub></sub>椎板间隙入路者,通过“C”型臂X线机透视确认责任椎间盘节段,取椎间盘突出较重侧椎板间隙窗口内侧部分,毗邻棘突旁开0.5 cm,克氏针透视定位,作一约0.7 cm的竖切口,插入软组织扩张器抵达黄韧带表面,逐级扩张,透视确认进入位置正确后放置外径6.9 cm的工作套管。镜下应用黄韧带钳由内侧向外侧切开黄韧带,尽量切至骨性结构边缘,以便显露椎管硬膜及神经根肩部。以优维显/亚甲蓝体积比9:1混合剂行椎间盘造影及染色。置入内窥镜,持续冲洗,显露组织结构,使用各种型号和角度的髓核钳切除及取出突出、脱出或游离的椎间盘组织,显露并解压神经根,使用双极射频仔细止血。手术结束后,缝合皮肤切口1针,无菌小敷贴包扎,卧床休息。

为保证肌电监测的敏感性,气管插管后不再使用肌松药,整个手术操作过程均在自发性肌电图的监测下完成,当出现异常持续肌电反应时,应立即停

止手术操作,查找原因,待异常肌电反应有所恢复后再继续手术,调整操作以避免损伤神经根。手术过程中工作人员位置和仪器的摆放情况如图1所示。



图1 手术过程中工作人员位置和仪器摆放的示意图 中间为术者和助手,下方为神经检测仪器及工作人员,右侧为椎间孔镜影像系统设备

### 三、术后处理

术毕检查患者双下肢的感觉活动,了解疼痛情况,术后卧床24~48 h后可在腰围保护下逐渐坐起,下地行走,术后3 d预防使用抗生素治疗,术后次日开始直腿抬高和腰背肌功能锻炼。术后3个月内避免体力活动和剧烈体育运动。

### 四、观察指标

记录术中异常肌电图信号的发生情况以及术后新发神经功能障碍。

采用疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)和 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评定手术疗效。记录并比较本组患者手术前后的VAS评分和ODI。

### 五、统计学分析

数据采用SPSS 17.0统计软件进行处理分析,计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示,计数资料用率(%)表示。采用配对 $t$ 检验比较患者手术前后的VAS评分和ODI,检验水准 $\alpha$ 为双侧0.05。

## 结 果

### 一、肌电图信号监测

145例患者均顺利完成手术;术中有21例(14.5%, 21/145)出现异常肌电反应(图2),其中椎间孔入路14例,椎板间入路7例,均根据情况调整手术操作。

在经椎间孔入路的14例患者中,有4例(4.3%, 4/93)在穿刺及放置工作通道过程中出现异常肌电反应,12例(12.9%, 12/93)在切除椎间盘过程中出现

异常肌电反应,其中2例在穿刺、放置工作通道及切除椎间盘过程中均出现异常肌电反应;在经椎板间入路的7例患者中,1例(1.9%, 1/52)在穿刺及放置工作通道过程中出现异常肌电反应,7例(13.4%, 7/52)在切除椎间盘过程中出现异常肌电反应,其中1例在穿刺、放置工作通道及切除椎间盘过程中均出现异常肌电反应。

术后2例患者(均为术中发生连续性爆发性肌电反应者)麻木症状加重,约在2周后缓解,其余患者无其他神经并发症发生,神经损伤并发症发生率为1.4%(2/145)。

### 二、疗效评价

本组患者术后症状均得到明显改善,手术前后的VAS评分分别为(7.8±1.6)分、(1.3±0.6)分,差异有统计学意义( $t=95.861, P=0.000$ );手术前后的ODI分别为(74.5±11.0)%、(12.4±3.3)%,差异有统计学意义( $t=118.941, P=0.000$ )。

## 讨 论

目前,脊柱外科术中的神经电生理监测方式主要包括术中体感诱发电位(somatosensory evoked potential, SEP)、运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)和肌电图(electromyography, EMG)监测,均具有可靠、灵敏、可连续观察等优点,可减少手术相关的神经损伤并发症<sup>[8-10]</sup>。其中SEP和MEP主要反映脊髓的功能状况,而EMG主要用于监测神经根的功能。近年来,术中EMG监测在腰椎手术如腰椎椎弓根螺钉置钉、极外侧入路椎间融合术(extreme lateral interbody fusion, XLIF)<sup>[11]</sup>以及PELD<sup>[5,12]</sup>中得到了广泛的应用。

我科从2013年10月至2015年8月采用全身麻醉联合肌电图监测的方式实施腰椎椎间孔镜手术共145例,患者手术均顺利完成。局部麻醉下行该手术,患者术中会因为器械对硬膜囊及神经根的牵拉感到下腰部的不适及下肢的疼痛,而全身麻醉与局部麻醉手术相比,患者术中未感任何疼痛不适及心理恐惧感,且术后症状均得到明显改善,手术前后的VAS评分及ODI差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ),可见该手术方式可取得与局部麻醉手术相同的手术效果,且患者更易于接受。事实上,已有相关文献报道全身麻醉和局部浸润下行腰椎椎间孔镜手术可以得到相同的手术结果、较高的患者满意度及相似的术后并发症发生率<sup>[5,13]</sup>。

另一方面,本组145例患者中有21例(14.5%,

21/145) 出现异常肌电反应, 均根据实际情况调整手术操作, 术后 2 例 (1.4%, 2/145) 患者 (均为术中发生连续性爆发性肌电反应者) 麻木症状加重, 但均在 2 周后缓解, 其余患者未发生其他神经并发症。本研究的神经损伤并发症发生率  $\leq$  局部麻醉手术的神经根损伤概率 (1.0%~8.9%), 可见全身麻醉联合肌电图监测实施腰椎椎间孔镜手术的安全性较好。经分析, 本组患者手术安全性较高 (较小神经根并发症发生率) 的主要原因如下:

### 1. 合理的手术方案及正确的术中操作。椎间孔

入路仅适用于 L<sub>4-5</sub> 及髂嵴较低的 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 患者, 而对于髂嵴较高的 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 患者则宜采用椎板间隙入路, 可减少穿刺难度, 降低穿刺过程中神经损伤的风险; 在椎间孔入路椎间孔成型的过程中, 合理使用环锯, 多使用环钻或镜下磨钻; 在椎板间入路时尽量从神经根肩侧行椎间盘摘除。

### 2. 肌电图监测的高敏感度。正确识别术中出现的异常肌电信号 (图 2), 推测可能的原因并作出正确、快速的判断, 及时调整操作。胡楷等<sup>[12]</sup> 运用自发性肌电图监测局部麻醉下经皮内窥镜下腰椎间盘切

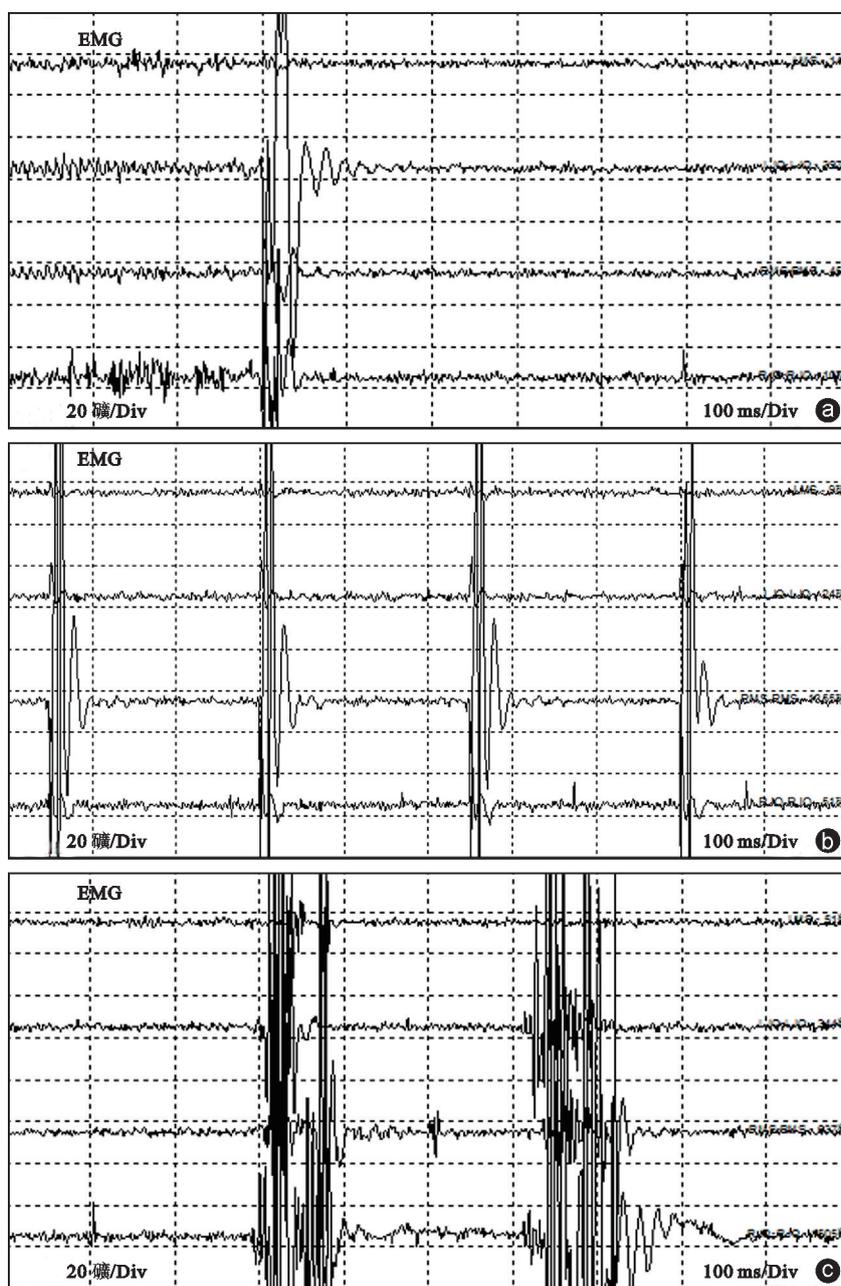


图 2 术中常见的几种异常肌电信号图 a、b: 棘波(a)和爆发性肌电活动(b)均表示一过性的神经根刺激、牵拉、电烧;c: 连续性爆发性肌电活动, 一般表示某一神经受到较为严重或持续性的机械性刺激

除术,记录异常肌电反应及患者的疼痛情况,结果提示以神经电生理监测作为安全指标,其真阳性率为 100%,而以疼痛作为安全指标,其真阳性率为 94.6%,假阴性率为 5.4%。为此,他们认为术中应用自发性肌电图监测可提供更为客观的安全指标,从而提高手术安全性。本组中有 21 例患者出现异常肌电反应(椎间孔入路 14 例,椎板间入路 7 例),其中在经椎间孔入路中,异常肌电反应出现在穿刺及放置工作通道过程中的有 4 例(4.3%, 4/93),出现在切除椎间盘过程中的有 12 例(12.9%, 12/93);在经椎板间入路的患者中,在穿刺及放置工作通道过程中出现 1 例异常肌电反应(1.9%, 1/52),切除椎间盘过程中有 7 例(13.4%, 7/52)。可见,异常肌电图反应主要出现在椎间盘切除过程中,而在穿刺及建立工作通道过程中较少。椎间盘的摘除是在内镜直视下操作完成,在肌电图的监测下,较穿刺及放置工作通道的“盲操作”更为安全。

3. 熟练的操作技巧。学习经皮椎间孔镜手术需要较长的学习曲线,熟练的操作技巧可减少神经损伤并发症的发生,本组 2 例神经根损伤患者均出现在术者开展该手术的早期,在熟练掌握操作技巧后再未出现神经根并发症。

全身麻醉下联合肌电图监测行腰椎椎间孔镜手术可取得与局部麻醉手术同样的手术效果,且可减轻患者术中紧张及痛苦,患者易于接受;术中使用肌电图监测可保证手术的安全性,避免神经并发症的发生。

#### 参 考 文 献

[1] Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation: Surgical technique, outcome, and complications in

307 consecutive cases[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27(7): 722-731.

- [2] Hoogland T, Schubert M, Miklitz B, et al. Transforaminal posterolateral endoscopic discectomy with or without the combination of a low-dose chymopain: a prospective randomized study in 280 consecutive cases[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(24): E890-897.
- [3] Nellensteijn J, Ostelo R, Bartels R, et al. Transforaminal endoscopic surgery for symptomatic lumbar disc herniations: a systematic review of the literature[J]. Eur Spine J, 2010, 19(2): 181-204.
- [4] 周跃, 李长青, 王建, 等. 椎间孔镜 YESS 与 TESSYS 技术治疗腰椎间盘突出症[J]. 中华骨科杂志, 2010, 30(3): 225-231.
- [5] Suess O, Brock M, Kombos T. Motor nerve root monitoring during percutaneous transforaminal endoscopic sequestrectomy under general anesthesia for intra- and extraforaminal lumbar disc herniation[J]. Zentralbl Neurochir, 2005, 66(4): 190-201.
- [6] Sairyo K, Matsuura T, Higashino K, et al. Surgery related complications in percutaneous endoscopic lumbar discectomy under local anesthesia[J]. J Med Invest, 2014, 61(3-4): 264-269.
- [7] Choi I, Ahn JO, So WS, et al. Exiting root injury in transforaminal endoscopic discectomy: preoperative image considerations for safety[J]. Eur Spine J, 2013, 22(11): 2481-2487.
- [8] Devlin VJ, Schwartz DM. Intraoperative neurophysiologic monitoring during spinal surgery[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2007, 15(9): 549-560.
- [9] Sala F, Palandri G, Basso E, et al. Motor evoked potential monitoring improves outcome after surgery for intramedullary spinal cord tumor: a historical control study[J]. Neurosurgery, 2006, 58(6): 1129-1143.
- [10] Sala F, Bricolo A, Faccioli F, et al. Surgery for intramedullary spinal cord tumors: the role of intraoperative (neurophysiological) monitoring[J]. Eur Spine J, 2007, 16 Suppl 2: S130-139.
- [11] Tohmeh AG, Rodgers WB, Peterson MD. Dynamically evoked, discrete-threshold electromyography in the extreme lateral interbody fusion approach[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 14(1): 31-37.
- [12] 胡楷, 熊梅, 王言, 等. 神经电生理监测在经皮内窥镜下腰椎间盘突出切除术中的应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(7): 602-606.
- [13] Chen HT, Tsai CH, Chao SC, et al. Endoscopic discectomy of L5-S1 disc herniation via an interlaminar approach: Prospective controlled study under local and general anesthesia[J]. Surg Neurol Int, 2011, 2: 93.

(收稿日期: 2015-09-11)

· 消 息 ·

#### 本刊对表格和图片的相关要求

1. 图片:涉及临床病例的论著和病例报道必须提供代表性病例的影像学图片,一般按照术前、术后即刻、随访时间点,根据病种的差异提供 X 线/CT/MRI 检查结果。创伤/关节相关内容请以提供 X 线片和 CT 为主,脊柱脊髓损伤请提供 X 线/CT/MRI 等,必要时请提供重要时间点的大体照片。请将图片插入 word 文档中,图片高度不超过 10 cm,按图 1、图 2、图 3 顺序编号,如为组图,组内按 a、b、c、d 连续编号,编码请以插入文本框的形式列在图片右下角,并在文中标注图注。图注要说明图中所见,能够明确地概括图片内容、关键信息以及结果所代表的意义。不宜采用“图 1 术前颈椎正侧位”此类过于简单的图注。要求提供数码原始图片,如胶片的数码照片原图,或电脑导出的图片原图。影像学资料经过 PS 或已有标注的图片一律不采纳;如提供拍摄图片,请在保持图片平整的情况下拍摄,避免歪斜或扭曲影响图片质量,有反光、重影、歪斜、由多个小图组成的大图等不予接受。不可借用、盗用他人已发表的学术论文中的图片,鼓励作者原创示意图。

2. 表格:本刊采用三横线表(顶线、表头线、底线),不用竖线,如遇有统计学处理(如  $t$  值、 $P$  值等),则在这行上面加一条分界横线。

《骨科》编辑部