

- [4] Kim HS, Baik JH, Pham LD, et al. MR-guided high-intensity focused ultrasound treatment for symptomatic uterine leiomyomata: long-term outcomes[J]. Acad Radiol, 2011, 18(8):970-976.
- [5] Taran FA, Tempany CM, Regan L, et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound (MRgFUS) compared with abdominal hysterectomy for treatment of uterine leiomyomas[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2009, 34(5): 572-578.
- [6] Stewart EA, Rabinovici J, Tempany CM, et al. Clinical outcomes of focused ultrasound surgery for the treatment of uterine fibroids[J]. Fertil Steril, 2006, 85(1):22-29.
- [7] Funaki K, Fukunishi H, Funaki T, et al. Magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery for uterine fibroids: relationship between the therapeutic effects and signal intensity of preexisting T2-weighted magnetic resonance images[J]. Am J Obstet Gynecol, 2007, 196(2):e1-184.
- [8] Denis de SB, Quesson B, Moonen CT. Magnetic resonance temperature imaging [J]. Int J Hyperthermia, 2005, 21(6):515-531.
- [9] Mcdannold N, Tempany CM, Fennessy FM, et al. Uterine leiomyomas: Mr imaging-based thermometry and thermal dosimetry during focused ultrasound thermal ablation[J]. Radiology, 2006, 240(1):263-272.
- [10] Venkatesan AM, Partanen A, Pulanic TK, et al. Magnetic resonance imaging-guided volumetric ablation of symptomatic leiomyomata: correlation of imaging with histology[J]. J Vasc Interv Radiol, 2012, 23(6):786-794.
- [11] Stewart EA, Gedroyc WM, Tempany CM, et al. Focused ultrasound treatment of uterine fibroid tumors: safety and feasibility of a noninvasive thermoablative technique[J]. Am J Obstet Gynecol, 2003, 189(1):48-54.
- [12] Spies JB. Sustained relief of leiomyoma symptoms by using focused ultrasound surgery [J]. Obstet Gynecol, 2007, 110(6):1427-1428.
- [13] Okada A, Morita Y, Fukunishi H, et al. Non-invasive magnetic resonance-guided focused ultrasound treatment of uterine fibroids in a large Japanese population: impact of the learning curve on patient outcome[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2009, 34(5):579-583.
- [14] Nyapathy V, Polina L. MRgFUS treatment of uterine fibroid in a nulliparous woman with acute retention of urine [J]. J Radiol Case Rep, 2012, 6(2):1-8.
- [15] Rabinovici J, David M, Fukunishi H, et al. Pregnancy outcome after magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery(MRgFUS) for conservative treatment of uterine fibroids[J]. Fertil Steril, 2010, 93(1):199-209.
- [16] Jacobs MA, Herskovits EH, Kim HS. Uterine fibroids: diffusion-weighted Mr imaging for monitoring therapy with focused ultrasound surgery—preliminary study[J]. Radiology, 2005, 236(1):196-203.
- [17] Pilatou MC, Stewart EA, Maier SE, et al. MRI-based thermal dosimetry and diffusion-weighted imaging of MRI-guided focused ultrasound thermal ablation of uterine fibroids[J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 29(2):404-411.
- [18] Voogt MJ, Trillaud H, Kim YS, et al. Volumetric feedback ablation of uterine fibroids using magnetic resonance-guided high intensity focused ultrasound therapy [J]. Eur Radiol, 2012, 22(2):411-417.
- [19] Kennedy JE. High-intensity focused ultrasound in the treatment of solid tumours[J]. Nat Rev Cancer, 2005, 5(4):321-327.
- [20] Negussie AH, Yarmolenko PS, Partanen A, et al. Formulation and characterisation of magnetic resonance imageable thermally sensitive liposomes for use with magnetic resonance-guided high intensity focused ultrasound [J]. Int J Hyperthermia, 2011, 27(2):140-155.

(收稿日期:2013-05-10 修回日期:2013-05-27)

• 综 述 •

## 儿童髌骨脱位的诊断及治疗进展

胡祖杰 综述, 刘传康<sup>△</sup> 审核

(重庆医科大学附属儿童医院骨一科 400014)

关键词: 髌骨脱位; 诊断; 治疗; 儿童

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2013.28.048

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2013)28-3447-04

儿童髌骨脱位可分为急性髌骨脱位,复发性髌骨脱位,习惯性髌骨脱位,神经源性髌骨脱位及先天性髌骨脱位。急性髌骨脱位是各种原因所致的初次髌骨脱位,多是由于间接暴力所致。如果患儿髌骨本身存在一种或者多种的潜在解剖异常,包括股内侧肌发育不良,内侧软组织松弛,股骨前倾角增大,滑车

发育异常,高位髌骨,使Q角增大的因素如膝外翻及胫骨结节外侧移位等则首次急性脱位后,容易出现复发性髌骨脱位。若髌骨不稳严重到一定程度,则一些日常活动即可出现髌骨脱位,即习惯性髌骨脱位。脑瘫及一些神经肌肉疾病可导致神经源性髌骨脱位<sup>[1]</sup>。如果患儿先天性髌骨解剖异常,不足以维持

髌骨正常位置,则会出现先天性髌骨脱位。也有观点认为习惯性髌骨脱位是先天性髌骨脱位的一种,因为习惯性髌骨脱位于先天性髌骨脱位存在局部解剖结构异常<sup>[2]</sup>。

## 1 诊 断

**1.1 病史特征** 急性髌骨脱位通常有明确外伤史,研究表明,大多数首次髌骨脱位发生在伸直位向弯曲方向移动时<sup>[3]</sup>,占 84% 左右。对于复发性髌骨脱位,患儿常诉膝部弥漫性疼痛,上下坡时容易出现“打软腿”等现象,有既往髌骨脱位史。可有如下体征。(1)高位髌骨:患者取坐位时,屈膝屈髋 90° 课件髌骨面朝上。(2)缓慢伸膝,接近伸直时,髌骨出现半脱位,即 J 征阳性。(3)按压髌骨并上下、左右滑动,再次出现疼痛。(4)将髌骨外推,同时屈曲或者伸直膝关节,至 20°~30° 左右时,患者会出现疼痛,即“恐惧试验”阳性<sup>[1]</sup>。习惯性髌骨脱位往往没有外伤史,日常活动,伸膝过程中即可发生脱位,可有家族史,体征同复发性髌骨脱位。神经源性髌骨脱位有原发病史。先天性髌骨脱位可出现膝关节外观异常。学会走路后的患儿常出现易跌倒等表现。

**1.2 影像学表现** X 线片:膝关节侧位片可以发现高位髌骨,轴位片意义最大,可以显示脱位的髌骨,及滑车沟有无变浅等,若出现轻微的脱位,还要测量髌骨关节匹配度,即通过测量滑车沟角、适合角、髌骨角来判断。正位片对髌骨脱位意义较小<sup>[1]</sup>。CT:可用于评估是否存在引发髌骨脱位的解剖因素,如:髌股线性排列,高位髌骨、髌骨倾斜、移位,滑车沟浅,股骨髁发育不良等<sup>[4]</sup>。MRI:髌骨脱位常常合并软骨的损害及内侧软组织的撕裂,MRI 用于评估软骨及软组织损害效果较好<sup>[5-6]</sup>。超声:可以发现支持带的撕裂和损伤,也可以发现急性损伤后关节腔的积液,故对于急性关节损伤的意义较大<sup>[6]</sup>。

## 2 治 疗

儿童急性外伤性髌骨脱位可采用手术治疗及非手术治疗,手术治疗主要是髌骨复位,重建或者加强受损的内侧髌股韧带等,非手术方法主要是复位后支具或者石膏固定,对于急性髌骨脱位治疗方案目前尚有争议<sup>[7]</sup>,国外有回顾性研究及随机对照实验研究显示,非手术方法与手术方法治疗首次髌骨脱位后,再次发生髌骨脱位的概率没有显著差异<sup>[8-11]</sup>。但相对于成人,儿童在首次脱位治疗后出现复发性髌骨脱位的概率要大,Buchner 等<sup>[8]</sup>报道 15 岁没有任何诱发因素的儿童在首次脱位后发生复发性髌骨脱位的概率于成人相比差异有统计学意义( $P=0.03$ ),Cash 等<sup>[12]</sup>报道 14 岁以下儿童首次脱位后,再次复发的概率为 60%。对于其他类型的髌骨脱位主要采取手术治疗,否则长期反复的脱位会使膝关节受损严重。据报道,有 100 多种用于复发性髌骨脱位的治疗<sup>[1]</sup>,现介绍几种常用的手术治疗方案。

**2.1 外侧软组织松解与内侧软组织紧缩术** 外侧软组织松解术包括外侧支持带松解<sup>[13]</sup>及股外侧肌松解。内侧软组织紧缩术包括内侧支持带紧缩缝合术及内侧关节囊紧缩术。国内学者 Zhao 等<sup>[14]</sup>采用两种手术方案治疗青少年复发性髌骨脱位,分别为关节镜下髌骨内侧支持带紧缩术和股内侧肌成型术:髌骨内侧支持带紧缩术,是在关节镜的帮助下利用缝线将内侧支持带收紧。股内侧肌成型术,则是将外侧软组织松解后游离股内侧肌,然后股内侧肌缝合于髌骨和髌韧带的外侧缘。术后随访发现股内侧肌成型术效果要比内侧支持带紧缩术效果好。外侧松解术与内侧紧缩术通常对单纯的内侧软组织松弛引起

的复发性髌骨脱位效果较好,近期国外文献中,单纯应用外侧松解术或者内侧紧缩术的报道较少,主要用于联合其他手术,如联合重建内侧髌股韧带等<sup>[15-16]</sup>。

**2.2 重建内侧髌股韧带** 内侧髌股韧带重建,目前报道的方法有多种均大同小异<sup>[17-19]</sup>,常用大致方法如下。

**2.2.1 以鹅掌肌腱为移植物** 国外学者 Aulisa 等<sup>[20]</sup>采用改良 Galeazzi's 手术治疗 14 例 16 膝青少年复发性髌骨脱位,术后随访 62.5% 优秀,37.5% 效果良好。手术方法:在髌骨正中做一切口,暴露整个髌骨,松解髌骨外侧组织,做好后在以鹅掌肌腱(由缝匠肌腱、股薄肌腱、半腱肌腱)为中心垂直做一切口,找到半腱肌肌腱,尽量向近端游离,切断,由内下向外上在髌骨上打一隧道,将半腱肌肌腱穿过切口,调节好髌骨位置,将半腱肌肌腱固定于髌骨骨膜上。

**2.2.2 以半腱肌及股薄肌肌腱为移植物** Giordano 等<sup>[21]</sup>采用半腱肌及股薄肌肌腱重建髌股内侧韧带及髌胫内侧韧带手术取得了良好效果:在胫骨结节前做一横行切口,找到股薄肌及半腱肌肌腱,分离至少 12~13 cm 长,然后切断备用,在髌骨上下极内侧各做一横行切口,暴露髌骨再髌骨内侧 1/3 纵行穿过 1 枚 2 mm 的克氏针,形成一骨性隧道,并将之扩大直 4.5 mm 左右,将分离出的肌腱由软组织穿过,再穿过骨性隧道,拉紧韧带,调节髌骨,使其位于滑车内,再在收肌肌结节作一小切口,膝关节屈曲 30°~45° 拉紧韧带,将游离段用钛缝合锚固定于内收肌肌结节边缘的中点上,将韧带穿过隧道的部分用可吸收缝线固定于髌骨骨膜上,检查膝关节运动,及有无过度矫正,关闭切口。手术指针:Q 角大于 15°,滑车发育不良,CT 检查 TAGT(前结节到滑车沟的距离)大于 1.2 cm,及膝关节内侧软组织松弛等。

**2.2.3 以髌胫束为移植物** Hung 等<sup>[22]</sup>报道,患儿取前外侧入路切口,暴露股外侧肌,髌骨内外侧支持带,半腱肌肌腱止点及髌韧带,第一步松解外侧支持带,恢复内侧支持带的张力,第二步,在髌骨外上方游离一定长度的髌胫束,近端固定于筋膜上,在髌骨前面与筋膜之间打一隧道,从髌骨的外上方通向下,将游离的髌胫束从隧道穿过,一端固定于髌骨骨膜上,另一端固定于半腱肌止点,固定时保持膝盖弯曲 45°~60° 在中长期的随访中重建内侧髌股韧带是一种行之有效的治疗髌骨脱位的方法<sup>[23]</sup>,但该手术不能应用于解剖因素太多的患儿。

**2.3 Roux-Goldthwait 手术** 将髌韧带中间纵行剖开,将外侧 1/2 从止点处切断,拉到内侧,缝合于鹅掌止点处,该手术方法可以减小 Q 角<sup>[24]</sup>,但也有研究说该手术方法与保守治疗相比差别不大<sup>[25]</sup>。现通常与其他手术联合施行,治疗儿童及青少年复发性髌骨脱位。

## 2.4 联合手术方法

**2.4.1 3 联手术** Oliva 等<sup>[15]</sup>采用外侧松解、股内侧肌肉前移,内侧副韧带加强的三合一手术方法,即外侧软组织松解,股内侧肌前移,髌韧带部分内移术,手术大致步骤如下,从髌骨中点到胫骨结节内侧做一切口,约 10 cm 长,松解外侧软组织,从外侧支持带一直到髌骨上极,切开内侧支持带,找到髌键内侧缘,切断股内侧肌远端,将股内侧肌远端向远端和外侧前进 10 mm,缝合于髌骨表面,将髌韧带内侧 1/3 分离开,在胫骨止点出切断,但仍然保持其于髌骨的连接,屈膝 30°,将切断的部分保持与原髌韧带主体 45° 的方向内移,然后固定。该手术充分松解外侧软组织,对髌股关节内侧的固定十分牢固,尤其适用

于没有解剖诱发因素存在的儿童复发性髌骨脱位。

**2.4.2 四联手术** Joo 等<sup>[16]</sup>采用的方法治疗青少年复发性髌骨脱位,即外侧软组织松解,近端管线重排,半腱肌肌腱固定术,髌韧带移位术。于髌骨内侧做传统曲线型切口暴露股四头肌及髌韧带。沿着外侧肌间隔松解外侧软组织,将髌外侧支持带及关节囊分离,将股外侧肌从股四头肌分离开来备用。将半腱肌肌腱分离开来,用于重建内侧髌骨韧带。股内侧肌分离,由止点出切断,向前前外侧移动,盖过髌骨后固定,远端缝合于股外侧肌肉游离边缘,形成“管道”即为所谓管线重排。完成前面三步后膝关节弯曲 70°可以不出现在半脱位,最后一步,是将髌韧带内移,进一步纠正 Q 角,将外侧 1/2 髌韧带远端切断,移向内侧固定于骨膜,提供内侧和远端的拉力。该手术适用于髌骨周围松弛及髌骨滑车发育不良的患儿。

**2.5 Hauser<sup>[26]</sup>手术** 该手术是将胫骨结节整个挖出,再在胫骨内侧打孔,重新安装,可以有效减少 Q 角,可以但该技术由于有引起骨骺早闭的嫌疑,故应用于青少年时应谨慎。

**2.6 其他手术方法** 如髌骨切除、Fulkerson 胫骨结节内移抬高术由于儿童正处于骨骼发育中,故这几种手术少见报道。

### 3 展 望

综上所述,对于首次脱位的患儿,首选治疗方法为保守治疗,但是相较于成人,儿童保守治疗发生再次脱位的机会比较大。对于儿童及青少年复发性髌骨脱位的治疗方案,现仍没有一个统一的标准,《坎贝尔骨科手术学》<sup>[1]</sup>将髌骨脱位手术分为 5 类:(1)外侧软组织松解,如外侧支持带松解术;(2)伸膝装置近端重排,如股内侧肌前移术;(3)伸膝装置远端重排,如重建髌股内侧韧带,Roux-Goldthwait 手术;(4)伸膝装置近远端重排,如三合一手术、四联手术;(5)髌骨切除与远端重排。近年来手术方案倾向于内侧髌股韧带重建术为基础联合其他手术方式。术者需根据具体的情况选取合适的手术方案。

### 参考文献:

[1] 王岩. 坎贝尔骨科手术学[M]. 11 版. 北京:人民军医出版社,2009:3366-3368.

[2] 吉世俊,潘少川,王继孟. 小儿骨科学[M]. 济南:山东科学技术出版社,2000:170-173.

[3] Nikku R, Nietosvaara Y, Aalto K, et al. The mechanism of primary patellar dislocation: trauma history of 126 patients[J]. Acta Orthop, 2009, 80(4): 432-434.

[4] Tsai CH, Hsu CJ, Hung CH, et al. Primary traumatic patellar dislocation[J]. J Orthop Surg Res, 2012, 7(1): 21.

[5] von Engelhardt LV, Raddatz M, Bouillon B, et al. How reliable is MRI in diagnosing cartilaginous lesions in patients with first and recurrent lateral patellar dislocations? [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2010, 11: 149.

[6] Le Corroller T, Dediu M, Champsaur P. Transient medial patellar dislocation: injury patterns at US and Mr imaging [J]. Skeletal Radiol, 2009, 38(5): 519-523.

[7] Sillanpaa PJ, Maenpaa HM. First-time patellar dislocation: surgery or conservative treatment [J]. Sports Med Arthrosc, 2012, 20(3): 128-135.

[8] Buchner M, Baudendistel B, Sabo D, et al. Acute traumatic primary patellar dislocation: long-term results comparing

conservative and surgical treatment[J]. Clin J Sport Med, 2005, 15(2): 62-66.

[9] Nikku R, Nietosvaara Y, Kallio PE, et al. Operative versus closed treatment of primary dislocation of the patella. Similar 2-year results in 125 randomized patients[J]. Acta Orthop Scand, 1997, 68(5): 419-423.

[10] Nikku R, Nietosvaara Y, Aalto K, et al. Operative treatment of primary patellar dislocation does not improve medium-term outcome: A 7-year follow-up report and risk analysis of 127 randomized patients [J]. Acta Orthop, 2005, 76(5): 699-704.

[11] Palmu S, Kallio PE, Donnell ST, et al. Acute patellar dislocation in children and adolescents: a randomized clinical trial[J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90(3): 463-470.

[12] Cash JD, Hughston JC. Treatment of acute patellar dislocation[J]. Am J Sports Med, 1988, 16(3): 244-249.

[13] Gerbino PG, Zurakowski D, Soto R, et al. Long-term functional outcome after lateral patellar retinacular release in adolescents: an observational cohort study with minimum 5-year follow-up[J]. J Pediatr Orthop, 2008, 28(1): 118-123.

[14] Zhao J, Huang FX, He Y, et al. Recurrent patellar dislocation in adolescents: medial retinaculum plication versus vastus medialis plasty [J]. Am J Sports Med, 2012, 40(1): 123-132.

[15] Oliva F, Ronga M, Longo UG, et al. The 3-in-1 procedure for recurrent dislocation of the patella in skeletally immature children and adolescents[J]. Am J Sports Med, 2009, 37(9): 1814-1820.

[16] Joo SY, Park KB, Kim BR, et al. The 'four-in-one' procedure for habitual dislocation of the patella in children: early results in patients with severe generalised ligamentous laxity and aplasia of the trochlear groove[J]. J Bone Joint Surg Br, 2007, 89(12): 1645-1649.

[17] Yercan HS, Erkan S, Okcu G, et al. A novel technique for Reconstruction of the medial patellofemoral ligament in skeletally immature patients [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2011, 131(8): 1059-1065.

[18] Kumahashi N, Kuwata S, Tadenuma T, et al. A "sandwich" method of reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a Titanium interference screw for patellar instability in skeletally immature patients [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2012, 132(8): 1077-1083.

[19] Wang F, Kang HJ, Chen BC, et al. Combination of medial patellofemoral ligament reconstruction with vastus medialis advancement for chronic patellar dislocation [J]. Chin Med J (Engl), 2010, 123(21): 3024-3029.

[20] Aulisa AG, Falciglia F, Giordano M, et al. Galeazzi's modified technique for recurrent patella dislocation in skeletally immature patients [J]. J Orthop Sci, 2012, 17(2): 148-155.

[21] Giordano M, Falciglia F, Aulisa AG, et al. Patellar dislo-

cation in skeletally immature patients: semitendinosus and gracilis augmentation for combined medial patellofemoral and medial patellofemoral ligament Reconstruction [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012, 20(8): 1594-1598.

- [22] Hung NN. Using an iliotibial tract for patellar dislocation in children[J]. *J Child Orthop*, 2008, 2(5):343-351.
- [23] Nomura E, Inoue M. Hybrid medial patellofemoral ligament Reconstruction using the semitendinous tendon for recurrent patellar dislocation; minimum 3 years follow-up [J]. *Arthroscopy*, 2006, 22(7):787-793.
- [24] Marsh JS, Daigneault JP, Sethi P, et al. Treatment of re-
- 综 述 ·

current patellar instability with a modification of the Roux-Goldthwait technique[J]. *J Pediatr Orthop*, 2006, 26(4):461-465.

- [25] Marcacci M, Zaffagnini S, Iacono F, et al. Results in the treatment of recurrent dislocation of the patella after 30 years' follow-up[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1995, 3(3):163-166.
- [26] Hauser ED. Total tendon transplant for slipping patella: a new operation for recurrent dislocation of the patella. 1938[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2006, 452:7-16.

(收稿日期:2013-06-08 修回日期:2013-06-19)

## 肌电图监测在腰椎手术中的应用

石磊综述, 邓忠良<sup>△</sup>审校

(重庆医科大学附属第二医院骨科 400010)

**关键词:**肌电图;腰椎;神经损伤

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2013.28.049

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2013)28-3450-03

随着脊柱外科手术技术的飞速发展,高风险脊柱手术的增多,相关的术后并发症也随之而来,其中神经损伤是一项极为严重的术后并发症,国外一份 108 419 例脊柱手术的回溯性调查显示<sup>[1]</sup>,术后神经损伤发生率高达 1%,而其中神经根损伤占了一半以上。即使通过术中 X 线透视常规检测,术后仍有较高的神经损伤发生率<sup>[2]</sup>。为了加强术中神经功能的监测,降低医源性神经损伤,20 世纪 70 年代以来,一项简单、有效的新技术被广泛应用于脊柱外科——术中神经电生理监测。其常用方法有: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)等,其中 SEP、MEP 常用于监测脊髓的感觉和运动传导通路,EMG 以监测神经根功能为主。本文主要对国内外腰椎手术中 EMG 监测的相关研究及临床应用进行综述。

### 1 EMG 的发展

荷兰生物学家 Jan Swammerdam(1637~1680)通过刺激青蛙的腓肠肌神经导致了腓肠肌的收缩,由此现象,他第一次描述了 EMG。1942 年, Jasper 将第一份 EMG 用于了人类的诊断和治疗<sup>[3]</sup>。此后, EMG 的临床应用被广泛研究。术中 EMG 监测首次应用是外科切除听神经瘤和小脑角的其他肿瘤时,对颅神经进行监测。然而,随着脊柱外科高风险手术增多,20 世纪 70 年代国外首先开展了对脊髓及神经根的神经电生理监测,经过多年临床实践,近年来,脊柱手术神经电生理监测越来越受到重视。在腰椎手术中,暴露、剥离、减压、切除椎间盘及骨赘、放置植入材料及脊柱内固定等操作时都有损伤神经根的风险,且脊髓大多终止在 L1~L2 水平, L2 水平以下为马尾神经,因此大部分腰椎术中监测都以监测神经根功能为主。EMG 监测是通过机械或电刺激检查神经、肌肉兴奋及传导功能的方法,不仅可以及时准确的发现单个神经根的损伤,还可

以做到实时监测,对神经根功能的瞬间改变可提早或及时反馈。因此,腰椎手术中 EMG 监测已成为避免神经根损伤的重要监测手段。

### 2 EMG 监测方法

术中 EMG 监测常选择自发 EMG 和诱发 EMG 监测,常用的神经根-肌肉监测, L1: 髂肌, L2~L4: 股内侧肌, L4~L5: 胫骨前肌, S1~S2: 内测腓肠肌, S3~S5: 肛门、尿道括约肌。术前应选择容易通过体表标志确定的肌肉,由于多数肌肉受相邻两个或多个神经根支配,一个神经根也可以支配几块相邻的肌肉,想要准确定位哪条神经根受刺激,应该同时监测多块肌肉。例如:异常 EMG 电活动发生于胫骨前肌同时伴有股内侧肌活动则最可能源于 L4 根受刺激,若股内侧肌无反应,则可能来源于 L5 根。

**2.1 自发 EMG** 自发 EMG 是指在术中神经受刺激后在该神经所支配的肌肉上记录到的电活动,持续记录的信息可以及时反应对神经根的刺激。在腰椎手术中,当神经根有潜在损伤风险时,自发 EMG 可以进行持续监测,术中压迫、牵拉神经根,或者低体温、缺血都会发生轴突去极化导致神经动作电位产生,传导至其支配的肌肉,这样,放置在肌肉中的电极就会记录下这些变化通过监测仪转化成声音提醒术者,避免即将发生的神经损伤或避免加重已经存在的神经损害。自发 EMG 已在椎弓根螺钉置入、椎管减压、脊柱侧凸畸形矫正、神经根肿瘤切除等手术中用于监测神经根功能<sup>[5]</sup>。但是自发 EMG 的类型和持续时间目前仍不能推测术后的结果,普遍认为一个短暂爆发的肌电活动提示术中操作使神经根受累,相比之下,持续成串发作的肌电活动提示存在更严重的神经根刺激<sup>[6]</sup>。例如:对于椎弓根螺钉置入的监测,若术中发现 EMG 有发作放电时提示即将发生或已经发生椎弓根壁破裂。Suess 等<sup>[7]</sup>报到了 25 例患者在全麻下及自发 EMG 辅助下完成了经皮椎间孔镜