

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[△]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^[1], 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^[2]。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^[3]。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^[5]。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^[6]。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^[7] 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

下腰椎间盘突出术。

2.2 诱发 EMG 诱发 EMG 是在手术静态期,通过电刺激椎弓根壁、椎弓根螺钉、克氏针及手术器械来探查椎弓根壁,或使用微量电刺激直接刺激神经根,在该神经根支配的肌肉上诱发出电活动。诱发 EMG 常用于检测腰椎内固定手术中椎弓根螺钉置入的位置是否恰当,从而帮助椎弓根螺钉正确置入。Calancie 等^[8]最先报道了术中 EMG 监测用来评估腰椎椎弓根螺钉置入,其基本原理为^[9]:神经根对于电刺激是非常敏感的,当椎弓根骨皮质破裂时,骨皮质正常高阻抗下降,椎弓根和神经根之间形成低阻抗的旁路,刺激电流通过旁路刺激与之相邻的神经根,随后神经根支配的肌肉上诱发出电信号,这种信号被称为复合肌动作电位(compound muscle action potential, CMAP)。对于诱发 EMG 监测椎弓根螺钉,阳极放置于监测神经根所支配的肌肉,阴极用来刺激已经置入的椎弓根螺钉,刺激电流从 0 mA 逐渐增大到阈值电流^[10]。通常,直接电刺激椎弓根螺钉诱发一个 CMAP 使用的电流在 8~15 mA 水平^[1]。如果椎弓根破裂,诱发 CMAP 的阈值就会下降。Suess 等^[7]认为:当阈值在 4~11 mA 时提示椎弓根有破裂,当小于 4 mA 时提示椎弓根严重破裂,甚至椎弓根螺钉与神经根直接接触。Toleikis 等^[10]的研究建议:腰椎椎弓根螺钉电刺激阈值为 10 mA,刺激时间为 0.2 s,当刺激阈值小于或等于 5 mA 时,椎弓根螺钉最有可能异位,提示术中需要检查椎弓根螺钉位置正确与否。当大于 10 mA 时,通常说明放置恰当。国内学者马薇薇等^[11]结合监测前正中神经刺激诱发 EMG 判断麻醉水平时的刺激强度,将最低电刺激椎弓根螺钉强度定为 10 mA,即小于 10 mA 应重新调整螺钉位置,10~20 mA 应在 X 线和直视下检查螺钉位置,大于 20 mA 表明螺钉对神经根没有威胁。

3 EMG 监测有效性

Gunnarsson 等^[12]报道,213 例腰骶椎手术中,自发 EMG 激发率至少为 75%,其敏感性达到了 100%,但其特异性只有 23.5%,高敏感性,低特异性是其特点。自发 EMG 可以及时反馈,预防神经损伤发生。但其运用受到一定限制,不是所有的损伤都会产生自发 EMG 活动,目前尚也没有严格标准决定那种类型的 EMG 与有意义的损伤相关,对异常 EMG 表现的评价较复杂,没有客观标准。

Raynor 等^[13]通过术后 CT 验证了 4 857 颗腰椎椎弓根螺钉,当设定电刺激阈值为 4 mA 时,诱发 EMG 特异性达 99%,但敏感性只有 36%;当电刺激阈值为 8 mA 时,诱发 EMG 特异性达 94%,敏感性有 86%。虽然诱发 EMG 存在一定的假阴性及假阳性结果,但它对于术中监测椎弓根螺钉位置是一项有效的技术,其敏感性高于术中 X 线透视和探针探测椎弓根螺钉通道^[2],当与术中与 X 线透视和探针探测联合应用时可以有效提高椎弓根螺钉置入的安全性。诱发 EMG 同样适用于微创的经皮椎弓根螺钉技术,提高了经皮椎弓根螺钉技术的安全性,同时还可以减少术中 X 线的透视^[14-15]。目前对于判断椎弓根螺钉位置是否恰当的电刺激阈值尚无统一标准,不同的阈值有着不同的敏感性和特异性。但诱发 EMG 是监测神经根功能的一项重要方法,是判断腰椎椎弓根螺钉置入是否正确的一项简单、有效的技术。

4 EMG 监测影响因素

4.1 慢性神经根损伤 神经根存在早期损伤时,电刺激阈值增高,当螺钉靠近神经根时仍有很高阈值,不能诱导神经兴奋,

而监测者很难发现术中损伤,这样就会造成假阴性结果。有时需要直接刺激神经根来鉴别,正常神经根诱发 CMAP 的电刺激阈强度为 0.2~5.7 mA,平均为 2.2 mA,慢性压迫的神经根的阈强度为 6.3~20.0 mA^[5]。直接电刺激阈值明显升高时就意味着神经根受损。

4.2 麻醉 麻醉药物对神经系统作用非常复杂,肌松药和吸入性麻醉药物对 EMG 监测影响较大。吸入性全麻药对大脑皮层作用首先表现的是抑制,当达到一定深度即能产生肌松作用。肌松药选择性地作用于神经肌肉接头胆碱能受体,暂时阻断了正常神经肌肉接头兴奋的传递,使用肌松药将严重影响 EMG 监测,应尽量避免使用,或至少在置椎弓根螺钉前 1 h 停肌松药^[16-17]。然而,肌松太浅会造成自发 EMG 产生,出现假阳性或患者活动影响手术进行。有学者建议^[18]:全麻气管插管后应暂停使用短效肌松剂,低剂量麻醉气体吸入,于非深度肌松状态下进行全程术中 EMG 监测。也有学者^[19]提出通过谨慎使用短效的神经肌肉阻滞剂,剂量一般控制在其正常剂量的 75% 以内则 EMG 可以被充分监测。

4.3 其他 Anderson 等^[20]通过对多种类型椎弓根螺钉的研究,报告了放置 EMG 探针的重要性,当探针放置于万向的椎弓根螺钉钉帽时,会导致电传导消失或形成高阻抗,则可能出现假阴性结果。还有一些椎弓根螺钉表面是电镀或者非导电材料,这样就很难通过电刺激获得电效应。监测者还注意到了电分流的问题,当刺激椎弓根螺钉前已安置连接棒或者周围有高渗盐水都会造成电分流,导致电刺激阈值增高,出现假阴性。监测时,在电极周围包绕塑料绝缘材料可以增加监测的准确性^[21]。

5 展 望

腰椎手术中,EMG 监测是一项简单、快速、有效的技术对神经根提供保护,电刺激椎弓根螺钉技术是主要的应用方向,适用于复杂的腰椎手术及微创手术,但是 EMG 监测目前尚无统一评判标准且受多方面因素影响,还需要长期的临床实践。随着医学技术的发展,高风险手术的增加,手术的微创化和安全性都需要全面提高,EMG 监测将更多的应用于脊柱外科手术。

参考文献:

- [1] Bose B, Wierzbowski LR, Sestokas AK. Neurophysiologic monitoring of spinal nerve root function during instrumented posterior lumbar spine surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2002, 27(13):1444-1450.
- [2] Holland NR, Kostuik JP. Continuous electromyographic monitoring to detect nerve root injury during thoracolumbar scoliosis surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1997, 22(21):2547-2550.
- [3] Uribe JS, Vale FL, Dakwar E. Electromyographic monitoring and its anatomical implications in minimally invasive spine surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2010, 35(26 Suppl):S368-374.
- [4] Holland NR. Intraoperative electromyography[J]. J Clin Neurophysiol, 2002, 19(5):444-453.
- [5] Leppanen RE, Abnm D. American society of neurophysiological monitoring. Intraoperative monitoring of segmental

- spinal nerve root function with free-run and electrically-triggered electromyography and spinal cord function with reflexes and F-responses, a position statement by the American society of neurophysiological monitoring [J]. J Clin Monit Comput, 2005, 19(6): 437-461.
- [6] Padberg AM, Thuet ED. Intraoperative electrophysiologic monitoring: considerations for complex spinal surgery [J]. Neurosurg Clin N Am, 2006, 17(3): 205-226.
- [7] 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.
- [8] Calancie B, Lebowitz N, Madsen P, et al. Intraoperative evoked EMG monitoring in an animal model. A new technique for evaluating pedicle screw placement [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1992, 17(10): 1229-1235.
- [9] Calancie B, Madsen P, Lebowitz N. Stimulus-evoked EMG monitoring during transpedicular lumbosacral spine instrumentation. Initial clinical results [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1994, 19(24): 2780-2786.
- [10] Toleikis JR, Skelly JP, Carlvn AO, et al. The usefulness of electrical stimulation for assessing pedicle screw placements [J]. J Spinal Disord, 2000, 13(4): 283-289.
- [11] 马薇薇, 邱勇, 王斌, 等. 下腰椎椎弓根螺钉置入时的神经根电生理监护 [J]. 中华创伤杂志, 2005, 21(12): 903-906.
- [12] Gunnarsson T, Krassioukov AV, Sarjeant R, et al. Real-time continuous intraoperative electromyographic and somatosensory evoked potential recordings in spinal surgery: correlation of clinical and electrophysiologic findings in a prospective, consecutive series of 213 cases [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(6): 677-684.
- [13] Raynor BL, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Correlation between low triggered electromyographic thresholds and lumbar pedicle screw malposition: analysis of 4857 screws [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(24): 2673-2678.
- [14] Bindal RK, Glaze S, Ognoskie M, et al. Surgeon and patient radiation exposure in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. J Neurosurg Spine, 2008, 9(6): 570-573.
- [15] Wood MJ, Mannion RJ. Improving accuracy and reducing radiation exposure in minimally invasive lumbar interbody fusion [J]. J Neurosurg Spine, 2010, 12(5): 533-539.
- [16] Devlin VJ, Schwartz DM. Intraoperative neurophysiologic monitoring during spinal surgery [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2007, 15(9): 549-560.
- [17] Lotto ML, Banoub M, Schubert A. Effects of anesthetic agents and physiologic changes on intraoperative motor evoked potentials [J]. J Neurosurg Anesthesiol, 2004, 16(1): 32-42.
- [18] Krassioukov AV, Sarjeant R, Arkia H, et al. Multimodality intraoperative monitoring during complex lumbosacral procedures: indications, techniques, and long-term follow-up review of 61 consecutive cases [J]. J Neurosurg Spine, 2004, 1(3): 243-253.
- [19] Minahan RE, Riley LH 3rd, Lukaczyk T, et al. The effect of neuromuscular blockade on pedicle screw stimulation thresholds [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2000, 25(19): 2526-2530.
- [20] Anderson DG, Wierzbowski LR, Schwartz DM, et al. Pedicle screws with high electrical resistance: a potential source of error with stimulus-evoked EMG [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27(14): 1577-1581.
- [21] Dickerman RD, Guyer R. Intraoperative electromyography for pedicle screws: technique is the key [J]. J Spinal Disord Tech, 2006, 19(6): 463.

(收稿日期: 2013-05-28 修回日期: 2013-06-12)

· 综 述 ·

儿童代谢性疾病研究现状

刘奕君 综述, 魏小平, 李廷玉[△] 审校

(重庆医科大学附属儿童医院: 1. 儿童营养研究中心; 2. 儿童保健科 400014)

关键词: 儿童肥胖; 高血压; 糖尿病; 代谢综合征

doi: 10. 3969/j. issn. 1671-8348. 2013. 28. 050

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2013)28-3452-04

近年来儿童代谢性疾病患病率逐年上升, 已成为国内外共同关注的热点问题。儿童常见代谢性疾病包括: 肥胖、高血糖、高血压、脂代谢异常等, 这些疾病是心、脑血管病变的病理基础及高危因素。本文就儿童肥胖、糖尿病、高血压以及代谢综合征的研究现状进行综述。

1 儿童肥胖的研究现状

1.1 儿童肥胖诊断标准 目前肥胖诊断标准有两种: (1) 体质

量指数 (body mass index, BMI): $BMI = \text{体质量} / \text{身高}^2$ (kg / m^2)。有研究表明儿童青少年 BMI 不仅与体脂有密切关系, 还与血压、血脂和胰岛素水平相关, 可对肥胖罹患并发症的危险性进行一定预测^[1], 且其测量与计算便捷、易于实施。但因为儿童处于生长发育的不断变化中, 各项指标并不稳定, BMI 有性别、年龄的差异, 所以如何确定 BMI 诊断切点还存在着一定的问题。目前基于 BMI 判定儿童超体质量、肥胖的标准主要