

延髓型重症肌无力喉肌电指标变化的临床价值

张云峰* 伍冀湘 李建业 于磊 柯冀 张丽

(首都医科大学附属北京同仁医院胸外科, 北京 100730)

【摘要】 目的 探讨延髓型重症肌无力患者电视胸腔镜下胸腺扩大切除术 (video-assisted thoracoscopic extended thymectomy, VATET) 后喉肌电指标测定的临床价值。 **方法** 回顾分析 2002 年 6 月 ~ 2011 年 7 月我科 36 例延髓型重症肌无力 (延髓型组) 行 VATET 的临床资料, 对术前后喉肌电指标进行分析, 选取同期 36 例健康受试者作为对照组。 **结果** 延髓型组术前喉内肌肌电振幅 (210.68 ± 75.42) μV , 较对照组 (309.40 ± 55.33) μV 明显缩窄 ($t = 6.332, P = 0.000$); 时程 (7.68 ± 0.57) ms 较对照 (5.42 ± 0.34) ms 明显延长 ($t = -20.431, P = 0.000$); 募集相最大电位 (1132.18 ± 467.19) μV 较对照组 (1675.00 ± 532.85) μV 明显缩窄 ($t = 4.596, P = 0.000$), 术后 2 组比较仅时程有明显差异 ($t = 6.375, P = 0.000$)。延髓型组喉内肌群术后肌电振幅 (312.91 ± 69.43) μV , 较术前 (210.68 ± 75.42) μV 明显变宽 ($t = -5.983, P = 0.000$); 术后时程 (6.19 ± 0.64) ms 较术前 (7.68 ± 0.57) ms 明显缩短 ($t = 10.431, P = 0.000$); 术后募集相最大电位 (1557.67 ± 521.45) μV 较术前 (1132.18 ± 467.1) μV 明显变宽 ($t = -3.646, P = 0.000$); 喉外肌肌电振幅差异显著 [(139.36 ± 74.26) μV vs. (102.75 ± 63.22) μV , $t = -2.252, P = 0.027$]。术后喉肌电图正常的患者疗效有效率 89.3% (25/28), 喉肌电图异常的患者疗效有效率 37.5% (3/8), 2 组比较有统计学差异 ($\chi^2 = 6.891, P = 0.009$)。 **结论** 延髓型重症肌无力患者肌电指标异常, VATET 可有效改善各项指标, 缓解相关的临床症状。

【关键词】 喉肌电图; 重症肌无力; 胸腺扩大切除术

中图分类号: R746.1

文献标识: A

文章编号: 1009-6604(2014)06-0531-05

doi: 10.3969/j.issn.1009-6604.2014.06.016

Clinical Value of Laryngeal Electromyographic Indicators in Patients with Bulbar Type Myasthenia Gravis Zhang Yunfeng, Wu Jixiang, Li Jianye, et al. Department of Thoracic Surgery, Beijing Tongren Hospital of Capital Medical University, Beijing 100730, China
Corresponding author: Zhang Yunfeng, E-mail: fengyun7612@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the clinical value of laryngeal electromyographic indicators in patients with bulbar type myasthenia gravis undergoing video-assisted thoracoscopic extended thymectomy (VATET). **Methods** A retrospective analysis of 36 cases of bulbar type of myasthenia gravis who had undergone VATET from June 2002 to July 2011 in our department was made. The changes of indicators of laryngeal electromyography before and after operation were evaluated. Another 36 healthy volunteers were selected as the control group at the same time. **Results** Preoperatively, as compared with the control group, the electromyographic amplitude [(210.68 ± 75.42) μV vs. (309.40 ± 55.33) μV , $t = 6.332, P = 0.000$], duration [(7.68 ± 0.57) ms vs. (5.42 ± 0.34) ms, $t = -20.431, P = 0.000$], and maximum recruitment charge [(1132.18 ± 467.19) μV vs. (1675.00 ± 532.85) μV , $t = 4.596, P = 0.000$] of intrinsic laryngeal muscles in bulbar type patients were significantly different. Postoperatively, there was significant difference between the two groups in electromyographic duration ($t = 6.375, P = 0.000$). In intrinsic laryngeal muscles of bulbar type patients, the postoperative electromyographic amplitude was significantly higher than preoperative one [(312.91 ± 69.43) μV vs. (210.68 ± 75.42) μV , $t = -5.983, P = 0.000$], the postoperative electromyographic duration was significantly shorter than preoperative one [(6.19 ± 0.64) ms vs. (7.68 ± 0.57) ms, $t = 10.431, P = 0.000$], and the postoperative maximum recruitment charge was significantly higher than preoperative one [(1557.67 ± 521.45) μV vs. (1132.18 ± 467.1) μV , $t = -3.646, P = 0.000$]. In extrinsic laryngeal muscles, however, there was significant difference between the two groups only in electromyographic amplitude postoperatively [(139.36 ± 74.26) μV vs. (102.75 ± 63.22) μV , $t = -2.252, P = 0.027$]. In patients with normal postoperative electromyographic indicators, the effective rate was 89.3% (25/28), while in patients with abnormal indicators, 37.5%

* 通讯作者, E-mail: fengyun7612@163.com

(3/8), with significant difference ($\chi^2 = 6.891, P = 0.009$). **Conclusions** Indicators of laryngeal electromyography are seriously abnormal in patients with bulbar type myasthenia gravis. All the indicators can be effectively improved after VATET, with associated symptoms relieved.

【Key Words】 Laryngeal electromyography; Myasthenia gravis; Video-assisted thoracoscopic extended thymectomy (VATET)

重症肌无力 (myasthenia gravis, MG) 是由自身抗体介导、免疫细胞依赖、补体参与的神经 - 肌肉接头 (neuromuscular junction, NMJ) 处获得性自身免疫性疾病, 与胸腺关系密切。延髓型 MG 作为全身型肌无力的一种特殊类型, 除肢体无力表现外, 还伴有不同程度的咀嚼、吞咽及构音障碍, 可造成营养不良、贫血、电解质紊乱、吸入性肺炎等各种并发症, 此类患者可有不同程度的喉肌受累及喉肌电指标的异常。电视胸腔镜下胸腺扩大切除术 (video-assisted thoracoscopic extended thymectomy, VATET) 在去除疾病根源的情况下, 对受累的喉肌电活动有何影响, 如何从喉肌电指标变化的角度来解释患者临床症状的波动, 目前国内研究较少, 本研究旨在阐述 VATET 对延髓型肌无力喉肌电指标的影响及价值。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

选取 2002 年 6 月 ~ 2011 年 7 月来我科就诊并接受 VATET 的 36 例延髓型 MG (非胸腺瘤), 临床表现为上睑下垂、复视, 晨轻暮重, 四肢无力或易疲劳、颈肩部酸痛、胸闷等症状, 伴咀嚼 + 吞咽 + 构音障碍 4 例, 吞咽 + 构音障碍 7 例, 咀嚼 + 吞咽障碍 5 例, 咀嚼 + 构音障碍 3 例, 单纯咀嚼、吞咽、构音障碍 17 例。临床诊断除典型临床表现外, 还包括新斯的明试验 (+)、喉肌电检测 (+)、Ach-R-ab (+)、Musk-ab (+)、纵隔 CT 异常等相关检查。以 3 个喉内肌肌电指标 (喉内肌振幅、时程、募集相最大电位) 正常值作为参照, 术前肌电指标异常 32 例 (1 个及以上喉内肌肌电指标异常)。同期选取 36 例健康志愿者的喉肌电指标进行测定, 作为对照组。2 组一般资料比较见表 1。

表 1 2 组一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄 (岁)	性别		病程 (月)	新斯的明 试验阳性	Ach-R-ab 阳性	Musk-ab 阳性	喉内肌振幅 (μV)	喉内肌时程 (ms)	喉内肌募集相 最大电位 (μV)
		男	女							
对照组 ($n = 36$)	34.1 ± 12.6	18	18					309.40 ± 55.33	5.42 ± 0.34	1675.00 ± 532.85
延髓型组 ($n = 36$)	34.2 ± 14.4	19	17	4.8 ± 2.5	36	28	17	210.68 ± 75.42	7.68 ± 0.57	1132.18 ± 467.19
$t(\chi^2)$ 值	$t = -0.005$	$\chi^2 = 0.056$						$t = 6.332$	$t = -20.431$	$t = 4.596$
P 值	0.996	0.814						0.000	0.000	0.000

喉内肌振幅正常值: (310.35 ± 54.21) μV ; 喉内肌时程正常值: (5.40 ± 0.33) ms; 喉内肌募集相最大电位正常值: (1676.12 ± 533.26) μV

1.2 方法

1.2.1 手术方法 全麻双腔气管插管。左侧卧位。于右腋中线第 5 肋间做 1.0 cm 切口为观察孔, 肺萎陷后在胸腔镜引导下, 分别在同侧腋前线第 2 肋间和第 4 肋间各做 1.5 cm 切口为操作孔。明确分辨右侧膈神经, 于其前方心包反折处打开纵隔胸膜, 从胸腺右下极向上游离至右乳内静脉汇入上腔静脉处。从胸骨后打开纵隔胸膜, 将胸腺从胸骨面完全游离。在无名静脉前仔细解剖, 找到胸腺滋养血管, 钛夹夹闭近心端、超声刀切断。于上腔静脉和乳内血管夹角处完整清除右上极 (必要时需要游离、切断右乳内静脉, 以充分显露)。同法处理胸腺左叶, 将胸腺完整切除并清扫前纵隔各组脂肪。

1.2.2 喉肌电图的检测方法 采用美国 Nicolet Vikingquest 肌电图/诱发电位仪及其配套同

心针电极; 德国 Wolf 5052 型频闪喉镜及录像系统; Dr. Speech 4.0 嗓音分析系统; 自制多通道同步信号 (声信号) 输入系统。为确保数据客观、可靠, 所有患者均在停用溴吡斯的明 24 h 以上进行喉肌电图检查。

1.2.2.1 体位及电极 为保证数据可靠、稳定, 选择术后 18 ~ 24 个月行喉肌电指标测定。受试者采取卧位, 颈部完全暴露, 颈前皮肤常规消毒, 电极置于胸骨角, 采用同心针电极于颈前经皮进针, 检测喉内、外肌的肌电活动。每块喉肌检查时至少要检测 3 ~ 5 个不同部位, 以确保检测结果的准确客观, 取平均值。

1.2.2.2 进针方法 喉内肌主要检测杓间肌: 经环甲膜滴入 1% 地卡因表麻喉腔后, 环甲膜中点进针, 向上偏 40° ~ 60° 进入。喉外肌群主要检测胸骨舌

骨肌:进针时于甲状软骨上缘处刺入,距中线外侧约 1.0~1.2 cm 略向上斜行刺入。嘱受试者作呼吸、发 i 音、吞咽、咳嗽、屏气等功能活动,根据各肌肉有无相应肌电反应来确定是否准确刺入各肌^[1]。

1.2.2.3 参数测定 首先,观察肌肉平静呼吸时肌电图情况,有无失神经电位;然后观察患者深呼吸,分别以轻音及强音发 5 个不同元音的真声(检查前对患者进行 a、i、u、e、o 5 个元音的真声训练);最后,做咽水、空咽、屏气、咳嗽等动作确定进针位置后,测定和分析各种状态下的喉肌运动电位波幅、时程和募集相最大电位。

1.3 术后疗效判断

术后疗效判断采用 MGFA 标准^[2]。完全缓解:术后逐渐取消免疫抑制剂和胆碱酯酶抑制剂,肌无力症状稳定缓解,在随访过程中无加重和复发;药物缓解:术后不能停用免疫抑制剂,但药量有所减少,肌无力症状比术前明显减轻,病情基本稳定;症状改善:术后免疫抑制剂和胆碱酯酶抑制剂剂量未减少,但部分症状有所缓解;无改善:术后病情无变化或加重。完全缓解、药物缓解、症状改善为有效,无改善为无效。术后根据具体情况酌情增减溴吡斯的明用量,多为 90~240 mg/d,9 例术后 1~3 个月复查仍需要考虑加用激素。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 13.0 统计学软件进行统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 *t* 检验和配对 *t* 检验,计数资料采用 χ^2 检验。

2 结果

36 例完成 VATET(均经右胸入路),无围术期死亡。手术时间(2.0±0.6)h。术后均更换鼻插管,回监护病房呼吸机辅助通气,气管插管时间(3.5±0.8)d。常规术后 2 d 拔除胸腔闭式引流。发生肌无力危象 2 例,余无严重并发症。

36 例术后 18~24 个月进行电话、电子邮件、信件等随访,完全缓解 13 例,药物缓解 9 例,症状改善 6 例,5 例术后症状无变化,3 例术后症状加重(2 例吞咽、构音障碍加重,1 例出现肌无力危象),完全缓解率 36.1%(13/36),有效率 77.8%(28/36)。术前后咀嚼、吞咽、构音障碍和喉肌电图情况见表 2。

术前 32 例喉肌电图异常中,28 例术后喉肌电图正常,占 87.5%(28/32),按 MGFA 标准评定,完全缓解 13 例,药物缓解 8 例,改善 4 例,临床有效率 89.3%(25/28);8 例术后喉肌电图仍异常,按

MGFA 标准评定,药物缓解 1 例,症状改善 2 例,临床有效率 37.5%(3/8),2 组比较有统计学差异($\chi^2=6.891, P=0.009$)。提示延髓型 MG 喉肌电图的变化与临床疗效有一定关系。

术前肌电图正常的患者占 11.1%(4/36),术后肌电图正常的患者占 77.8%(28/36),术前后比较有统计学差异(McNemar 检验, $P=0.000$)。

表 2 36 例术前后咀嚼、吞咽、构音障碍和喉肌电图情况

时间	咀嚼障碍 (例次)	吞咽障碍 (例次)	构音障碍 (例次)	喉肌电图(例)	
				正常	异常
术前	20	22	17	4	32
术后	7	8	6	28	8

手术治疗有效组患者喉内肌群手术前后肌电振幅、时程及募集相最大电位比较有显著性差异($P<0.01$),无效组患者差异无显著性($P>0.05$),见表 3。

表 3 有效组与无效组患者术前后喉内肌运动单位肌电参数及募集相最大电位比较($\bar{x} \pm s$)

组别	振幅(μV)	时程 (ms)	募集相最大 电位(μV)
有效组			
术前(<i>n</i> =28)	223.56±70.32	7.24±0.52	1148.53±509.41
术后(<i>n</i> =28)	310.22±53.27	5.39±0.31	1676.03±531.92
<i>t</i> 值	-5.367	9.253	-6.174
<i>P</i> 值	0.000	0.000	0.000
无效组			
术前(<i>n</i> =8)	218.64±58.32	7.14±0.58	1132.59±487.38
术后(<i>n</i> =8)	226.23±63.27	6.96±0.45	1193.46±502.11
<i>t</i> 值	-0.836	2.086	-0.945
<i>P</i> 值	0.437	0.093	0.382

延髓型组术前喉内肌肌电振幅、时程及募集相最大电位与对照组比较有显著性差异($P<0.05$),见表 1。术后喉内肌振幅和募集相最大电位与对照组比较无显著性差异($P>0.05$),时程差异有显著性,见表 4。

表 4 延髓型组与对照组术后喉内肌运动单位肌电参数及募集相最大电位比较($\bar{x} \pm s$)

组别	振幅(μV)	时程(ms)	募集相最大 电位(μV)
延髓型组(<i>n</i> =36)	312.91±69.43	6.19±0.64	1557.67±521.45
对照组(<i>n</i> =36)	309.40±55.33	5.42±0.34	1675.00±532.85
<i>t</i> 值	0.237	6.375	-0.944
<i>P</i> 值	0.813	0.000	0.348

延髓型组喉内肌术前后肌电振幅、时程及募集相最大电位比较有统计学差异($P<0.05$),喉外肌仅振幅差异显著,见图 1、2 和表 5。

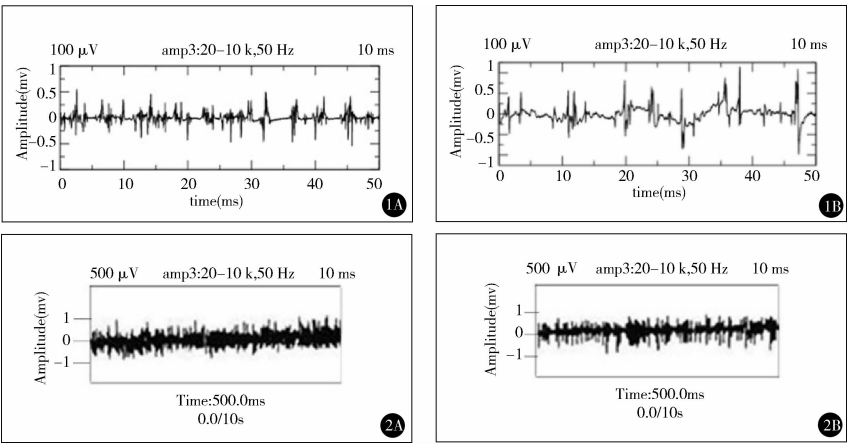


图 1 喉内肌肌电振幅、时程术前 (A)、术后 (B) 对比, 术后喉内肌肌电振幅较术前更宽大、时程缩短 图 2 喉内肌募集相最大电位术前 (A)、术后 (B) 对比, 术后募集相最大电位较术前图形形态更为清晰

表 5 延髓型组术前、术后喉内、外肌运动单位肌电参数及募集相最大电位比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	振幅 (μV)	时程 (ms)	募集相最大电位 (μV)
喉内肌			
术前 (n = 36)	210.68 ± 75.42	7.68 ± 0.57	1132.18 ± 467.19
术后 (n = 36)	312.91 ± 69.43	6.19 ± 0.64	1557.67 ± 521.45
t 值	-5.983	10.431	-3.646
P 值	0.000	0.000	0.000
喉外肌			
术前 (n = 36)	102.75 ± 63.22	7.12 ± 0.67	164.33 ± 98.18
术后 (n = 36)	139.36 ± 74.26	6.83 ± 0.83	187.43 ± 103.38
t 值	-2.252	1.631	-0.972
P 值	0.027	0.107	0.334

3 讨论

自身抗体、淋巴细胞免疫调节紊乱、细胞因子表达失衡及系统因素在 MG 患者的发病机制中起重要作用^[3-5]。在所有的 MG 患者中,累及喉肌且发病之初就产生临床症状的比例并不高,绝大多数延髓型 MG 患者表现较为典型。此类患者除全身骨骼肌受累产生相应症状外,可伴有音调降低或声音嘶哑,支配咀嚼、吞咽的肌肉病变而产生吞咽功能障碍,造成不同程度的营养不良、贫血、电解质紊乱、吸入性肺炎及构音障碍等各种并发症,临床上常可检测到这些患者的喉肌电活动异常。

从解剖学角度来看,通常将喉肌分为喉外肌群和喉内肌群。喉外肌包括胸骨舌骨肌、胸骨甲状肌、肩胛舌骨肌及甲状舌骨肌;喉内肌群包括甲杓肌、环甲肌、杓间肌。延髓型 MG 患者的各组喉肌均可受累^[6]。临床上,喉肌的肌电振幅、时程及募集相最

大电位这 3 项指标较为常用,分别代表了肌细胞受到刺激时在静息电位基础上产生的可扩布的电位变化过程、动作电位 0~3 相的时程以及运动电位单位活动的最大数目,可在一定程度上反映喉肌电生理活动。当 NMJ 耦联系统出现障碍时,各项指标即会出现异常,并伴发相应的临床症状,直接表现为喉局部的临床症状较其他全身型肌无力患者 (Ⅱa 型) 更突出且严重。本研究显示:与正常人群比较,延髓型 MG 患者喉肌运动电位振幅和募集相最大电位明显降低,时程明显延长,提示其喉肌电活动受损严重,影响了正常的延髓肌相应的生理功能,如咀嚼、吞咽、构音等。肌电指标受损越明显的患者,相应的临床症状也越严重^[7]。

胸腺扩大切除术可去除产生自身免疫的始动抗原、免疫活性 T 淋巴细胞的生成和 Ach-R-ab 的合成场所,以及参与自身免疫的胸腺激素,无论在理论上还是临床治疗效果上都得到了认可^[8,9]。Meyer 等^[10]研究表明胸腺扩大切除术对于全身型肌无力 (含延髓型) 的手术疗效确切。考虑到胸腺切除术后病情稳定时限滞后,体内有害抗体代谢需要相对长的时间,我们选择术后 18~24 个月时行喉肌电指标测定,以保证数据可靠。本研究显示:延髓型 MG 患者术后喉肌运动电位振幅达到 (312.91 ± 69.43) μV,募集相最大电位提升至 (1557.67 ± 521.45) μV,接近健康对照组水平 [喉肌运动电位振幅 (309.40 ± 55.33) μV,募集相最大电位 (1675.00 ± 532.85) μV,2 组比较无显著统计学差异 (P > 0.05)。延髓型组喉内肌时程缩短为 (6.19 ± 0.64) ms,与对照组 (5.42 ± 0.34) ms 比较有统计学差异

($t = 6.375, P = 0.000$)。随着肌无力发病的重要环节——异常胸腺主体的清除和异位胸腺的清扫,以及术后时间的延长,患者体内有害抗体的逐渐衰减,抗体滴度降低,引发喉肌电异常的因素逐渐去除,喉肌的电生理活动得以恢复或接近正常,患者的相应临床表现也随之改善或消失。本研究结果显示:术后喉肌电指标正常的患者,有效率为 89.3% (25/28),喉肌电图异常的患者有效率 37.5% (3/8),2 组比较有统计学差异($\chi^2 = 6.891, P = 0.009$)。手术治疗有效的肌无力患者,术前后喉内肌各项肌电指标变化较为明显($P = 0.000$),术后检测数值接近或达到正常值水平;手术治疗无效的 8 例,术前后喉内肌各项肌电指标变化不大,其中 7 例喉肌运动电位振幅、募集相最大电位仍处于较低水平,时程较正常值延长。胸腺扩大切除手术在有效改善延髓型 MG 患者肌电指标的同时,也在很大程度上缓解了这部分患者的咀嚼、吞咽、构音障碍等症状,效果显而易见。本研究结果提示延髓型 MG 患者的喉肌电图恢复正常在一定程度上反映临床疗效。

VATET 术后延髓型 MG 患者喉内肌群肌电指标变化较为明显($P < 0.05$),动作电位振幅从(210.68 ± 75.42) μV 提升至(312.91 ± 69.43) μV 、时程从(7.68 ± 0.57) ms 缩短至(6.19 ± 0.64) ms、募集相最大电位从(1132.18 ± 467.19) μV 提升(1557.67 ± 521.45) μV ,而喉外肌群变化幅度相对较小。由于喉外肌群由舌下神经襟 1~4 支配,有辅助发音、呼吸、内收和声带外展功能;喉内收肌群由喉返神经支配,由于手术、外伤、炎症或肿瘤引起该神经损伤,造成喉麻痹,常引起呼吸困难,发音低及吞咽困难^[11]。这可以解释一部分延髓型患者术后呼吸、吞咽障碍的症状缓解较早,而音调低沉、呛咳等症状恢复较慢的现象。绝大部分延髓型患者临床症状改善较为突出,其中小部分患者术后恢复欠佳,考虑可能与患者病期较长、合并胸腺肿瘤、胸腺炎或伴随其他免疫性疾病有关^[12,13]。

值得一提的是,一部分眼肌型 MG 患者也可检测到喉肌电异常,我们考虑可能是从轻型向全身型转变的特殊时期。目前,临床上对于眼肌型患者的手术指征尚存在争议^[10,14]。如何通过术前喉肌电位的检测来筛选合适的手术人群,预测手术效果,有待进一步深入研究。

综上所述,延髓型 MG 患者喉肌电指标异常,VATET 仍是其有效治疗手段之一,可明显改善各项

肌电指标,在很大程度上缓解相关的临床症状,值得推广和深入研究。

参考文献

- 1 Rickert SM, Childs LF, Carey BT, et al. Laryngeal electromyography for prognosis of vocal fold palsy: A meta-analysis. *Laryngoscope*, 2012, 122(1): 158–161.
- 2 Jaretzki A 3rd, Barohn RJ, Ernstoff RM, et al. Myasthenia gravis: recommendations for clinical research standards. Task Force of the Medical Scientific Advisory Board of the Myasthenia Gravis Foundation of America. *Ann Thorac Surg*, 2000, 70(1): 327–334.
- 3 Motomura M. The pathophysiology and treatment of autoimmune neuromuscular junction diseases. *Rinsho Shinkeigaku*, 2011, 51(11): 872–876.
- 4 Punga AR, Lin S, Oliveri F, et al. Muscle-selective synaptic disassembly and reorganization in MuSK antibody positive MG mice. *Exp Neurol*, 2011, 230(2): 207–217.
- 5 Luo J, Lindstrom J. Antigenic structure of the human muscle nicotinic acetylcholine receptor main immunogenic region. *J Mol Neurosci*, 2010, 40(1–2): 217–220.
- 6 Vega-Cordova X, Cosenza NM, Helfert RH, et al. Neurotrophin expression of laryngeal muscles in response to recurrent laryngeal nerve transection. *Laryngoscope*, 2010, 120(8): 1591–1596.
- 7 侯丽珍, 韩德民, 徐文, 等. 正常喉肌电生理特点研究. *听力学及言语疾病杂志*, 2005, 13(3): 152–155.
- 8 Keating CP, Kong YX, Tay V, et al. VATS thymectomy for nonthymomatous myasthenia gravis: standardized outcome assessment using the myasthenia gravis foundation of America clinical classification. *Innovations*, 2011, 6(2): 104–109.
- 9 Pompeo E, Tacconi F, Massa R, et al. Long-term outcome of thoracoscopic extended thymectomy for nonthymomatous myasthenia gravis. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2009, 36(1): 164–169.
- 10 Meyer DM, Herbert MA, Sobhani NC, et al. Comparative clinical outcomes of thymectomy for myasthenia gravis performed by extended transsternal and minimally invasive approaches. *Ann Thorac Surg*, 2009, 87(2): 385–391.
- 11 McMullen CA, Andrade FH. Functional and morphological evidence of age-related denervation in rat laryngeal muscles. *J Gerontol*, 2009, 64(4): 435–442.
- 12 Toker A, Tanju S, Sungur Z, et al. Videothoracoscopic thymectomy for nonthymomatous myasthenia gravis: results of 90 patients. *Surg Endosc*, 2008, 22(4): 912–916.
- 13 赵桂彬, 崔键, 郭庆凤, 等. 电视胸腔镜手术治疗非胸腺瘤重症肌无力的中期疗效和生活质量. *中国微创外科杂志*, 2010, 10(12): 1088–1089.
- 14 Yu L, Zhang XJ, Ma S, et al. Thoracoscopic thymectomy for myasthenia gravis with and without thymoma: A single-center experience. *Ann Thorac Surg*, 2012, 93(1): 240–244.

(收稿日期: 2013–12–02)

(修回日期: 2014–04–28)

(责任编辑: 李贺琼)