

嗓音训练联合神经肌肉电刺激治疗术后声带麻痹的疗效分析

宁莉, 陈颖乐, 方雪梅, 陈丽慧, 林泳琴, 陈艳峰

(中山大学肿瘤防治中心头颈科//华南肿瘤学国家重点实验室//肿瘤医学协同创新中心, 广东广州 510060)

摘要:【目的】探讨嗓音训练联合神经肌肉电刺激(嗓音训练—物理因子模式)治疗术后声带麻痹患者的疗效。【方法】收集我院2018年11月1日至2019年12月31日术后声带麻痹的42例患者的临床资料,采用嗓音训练—物理因子模式治疗,1个月后,评估治疗前后嗓音障碍指数量表(VHI)、最长发声时间(MPT)、声带运动情况的变化;统计分析采用SPSS22.0软件,配对 t 检验对比治疗前后相应指标的变化,通过亚组分析研究嗓音训练—物理因子模式治疗疗效与患者年龄、性别、手术方式、术中喉返神经保护情况、介入治疗时机之间是否存在相关性。【结果】嗓音训练—物理因子治疗模式可以有效降低VHI量表中的功能、生理、情感3个模块的评分(11.78 ± 3.06 , $P<0.001$; 9.9 ± 2.8 , $P<0.001$; 9.7 ± 3.13 , $P<0.001$),同时能延长MPT (5.62 ± 3.88 , $P<0.001$),显著改善声带闭合程度($Z=5.62$, $P<0.001$)。未发现不同年龄、性别、手术方式、康复治疗介入时机、术中喉返神经保护情况的亚组之间疗效有显著差异。【结论】通过嗓音训练—物理因子治疗模式对术后声带麻痹的恢复具有促进作用,其对于在不同时机介入治疗、年龄、性别、术式的患者均有显著疗效。

关键词:嗓音训练;神经肌肉电刺激;甲状腺癌;声带麻痹

中图分类号:R767.6+2 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-3554(2021)01-0109-08

Therapeutic Effect of Voice Therapy Combined with Neuromuscular Electrical Stimulation on Patients with Postoperative Vocal Cord Paralysis

NING Li, CHEN Ying-le, FANG Xue-mei, CHEN Li-hui, LIN Yong-qin, CHEN Yan-feng

(Department of Head and Neck Surgery, Sun Yat-sen University Cancer Center//State Key Laboratory of Oncology in South China//Collaborative Innovation Center for Cancer Medicine, Guangzhou 510060, China)

Correspondence to: CHEN Yan-feng; E-mail: chenyf@sysucc.org.cn

Abstract:【Objective】This study aims to explore the therapeutic effect of voice therapy combined with neuromuscular electrical stimulation (voice-physical therapy) on patients with postoperative vocal cord paralysis.【Methods】Totally 42 patients diagnosed with postoperative vocal cord paralysis from November 1, 2018 to December 31, 2019 in our center were included in this study. These patients were divided into different sub-groups according to their age, sex, surgical procedure, preservation of recurrent laryngeal nerve and intervention timing. Voice handicap index (VHI), maximum phonation time (MPT) and vocal cord mobility were investigated before and after one-month voice-physical therapy. T-test was used to evaluate the variation of these factors, with SPSS 22.0. The correlation between the effect of this therapy and age, gender, surgical procedure, preservation of recurrent laryngeal nerve and intervention timing was further investigated with subgroup analyses.【Results】Voice-physical therapy could significantly reduce the scores of functional (11.78 ± 3.06 , $P<0.001$), physical (9.9 ± 2.8 , $P<0.001$) and emotional sections (9.7 ± 3.13 , $P<0.001$) in the VHI scale. It could also prolong the MPT (5.62 ± 3.88 , $P<0.001$), and significantly improve vocal cord closure ($Z=5.62$, $P<0.001$). No significant differences of therapeutic effect were found among different subgroups of age, gender, surgical procedure, preservation of

收稿日期:2020-09-24

基金项目:广东省食管癌研究所科技计划项目(M201811)

作者简介:宁莉,学士,初级治疗师,研究方向:头颈部肿瘤与术后康复治疗,E-mail: ningli1@sysucc.org.cn;陈颖乐,共同第一作者,博士,主治医师,E-mail: chenyl1@sysucc.org.cn;陈艳峰,通信作者,博士,副主任医师,E-mail: chenyf@sysucc.org.cn

recurrent laryngeal nerve and intervention timing.【Conclusions】 Voice-physical therapy promotes the recovery of postoperative vocal cord paralysis. This effect exists regardless of different intervention timing, age, gender, surgical procedures and status of preservation of recurrent laryngeal nerve.

Key words: voice therapy; neuromuscular electrical stimulation; thyroid cancer; vocal cord paralysis

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2021, 42(1): 109-116]

近年来,甲状腺癌的发病率显著上升,位列全球第九大癌症,大约每20例癌症患者中就有1人罹患此病^[1-2]。外科手术治疗作为甲状腺癌的主要治疗手段,喉返神经损伤是甲状腺癌手术的严重并发症之一,表现为单侧或双侧声带麻痹,患者可以出现声音嘶哑、呼吸困难等症状^[3]。目前对于声带麻痹引起的声音嘶哑主要采取半年到一年内观察并自然恢复的方法^[4],而患者在漫长的等待观察中,声音嘶哑明显影响生活和工作,降低生活质量。因此,通过科学有效的治疗手段来加快患者的康复、提高患者的生活质量,有重要的临床价值。研究显示^[5],确诊声带麻痹一年内进行嗓音训练的疗效会比一年后进行训练更有效,并且这种效果可以长时间维持。Chen等^[6]也建议甲状腺术后声带麻痹应在一年内选择嗓音训练进行治疗。另一方面,刘晓琳等^[7]认为物理因子疗法中的神经肌肉电刺激对周围神经损伤具有促进神经再生以及预防肌肉萎缩的作用。而神经肌肉电刺激多用于吞咽障碍的治疗^[8],在声带麻痹的治疗上鲜有报道。因此,我们有理由推断,联合嗓音训练和神经肌肉电刺激,有可能成为声带麻痹的有效治疗手段。基于这一设想,本研究设计了如下方案,对术后声带麻痹患者采用嗓音训练联合神经肌肉电刺激(嗓音训练—物理因子模式)治疗,通过嗓音障碍指数(voice handicap index, VHI)量表^[9-10]、最长发声时间(maximum phonation time, MPT)测试和电子喉镜检查这一系列主客观指标,探究这一疗法的效果。

1 材料与方 法

1.1 入选病例标准

本研究得到中山大学肿瘤防治中心临床研究伦理委员会审核并批准,已经获得研究对象的知情同意。以2018年11月1日至2019年12月31日中山大学肿瘤防治中心头颈科就诊,术后出现声带麻痹的患者作为研究对象,入选标准:①外科手术后

声音嘶哑病程小于1年;②喉镜检查见出现声带运动障碍,排除口腔功能障碍等其他因素造成的声音嘶哑;③此前未接受过嗓音训练—物理因子模式治疗。排除标准:①颈部皮肤感染、伤口愈合不良;②手术后发现肿瘤复发转移;③患者治疗过程中因任何原因,自愿终止接受本治疗。

1.2 治疗方法

所有的患者都会进行为期1个月的嗓音训练—物理因子模式治疗。嗓音训练由同一名言语治疗师对病人进行指导,按照嗓音训练内容进行1~2次/d训练,每次20~30 min的时间频率要求患者进行居家训练。而神经肌肉电刺激治疗则有专门的治疗师教导患者使用方法,由患者居家使用低频神经肌肉电刺激仪进行训练,训练频率为2~3次/d,每次15~20 min,两次治疗时间间隔2 h以上。

嗓音训练的具体内容包括^[9]:①健康教育:多喝水、戒烟酒、忌辛辣油腻食物、减少摄取含咖啡因食物(如浓茶、咖啡)、避免嗓音滥用(如大喊大叫)、减少声带不利行为。②腹式呼吸训练:端坐位,颈、肩、下颌保持放松,目视前方,吸气时尽可能使剑突下方的腹部凸起,呼气时腹部向内凹陷,以此重复20次,每日可以多次训练。③唇颤:深吸一口气,让嘴唇轻微嘟起,气体自然吐出使嘴唇颤动并发出“噗噗噗”的声音,以此重复20次,每日可以多次训练。④喉部按摩:以喉结为中心,用拇指、食指、中指的指腹分别放置与甲状软骨两侧进行按揉,然后向左右两侧轻轻来回推动喉部,来回10次。⑤共鸣训练:发/mi/及/ma/音,感受鼻子两侧及口腔前方有震动,重复10次。⑥声带功能运动:选择元音/a/,从低音调逐渐滑到最高音调,再从高音滑到低音,来回10次。单侧声带麻痹的患者会按照以上内容进行训练;而双侧声带麻痹的患者有可能会出现呼吸困难的情况,则以腹式呼吸训练以及喉部按摩训练为主。

神经肌肉电刺激治疗:按照喉返神经的走向,在声带麻痹侧的入喉处及锁骨水平皮肤表面置放

2个电极片,以患者的感受调节强度,从0开始逐渐增加到感受到肌肉颤动为宜。每日2~3次,每次20~30 min。

1.3 评估方法

1.3.1 嗓音障碍指数量表评估 该量表包含3部分,分别是功能(functional, F),生理(physical, P)和情感(emotional, E),每部分共有10道题,每题计分为0~4分,患者按照问题出现的频率打分,从没有0,很少1,有时2,经常3,总是4,每部分最高分是40分,总分最高分是120分。其中一部分分值越高,说明嗓音障碍的问题对该部分的影响越大,总分值越高说明患者对自身的嗓音障碍评估情况越严重。

1.3.2 最长发声时间测试 嘱咐患者深吸一口气,尽量长时间发元音/a/,重复3次,取最好的成绩并记录。

1.3.3 电子喉镜检查评估 所有患者均需进行喉镜检查(OLYMPUS-S190)评估声带活动及声门闭合情况。喉镜检查由相同一名医生进行操作并观察录像评估,声带固定、声门闭合改善/声带恢复部分运动、声带活动正常分别记为1、2、3分。

1.4 统计学分析

统计学分析均通过SPSS 22.0软件实现。采用配对 t 检验或配对秩和检验对比治疗前后相应指标的变化,亚组比较采用Mann-Whitney秩和检验,分析研究嗓音训练—物理因子模式治疗疗效与患者年龄、性别、手术方式、术中喉返神经保护情况、治疗介入时机之间是否存在相关性。

2 结果

2.1 入选病例临床特征

2018年11月1日至2019年12月31日间,入选病例42例,其中女性28人,男性14人,年龄为21~78岁(中位年龄38岁),其中甲状腺肿瘤患者39人,胃底胃体恶性肿瘤1人,胸骨上窝畸胎瘤1人,神经鞘瘤1人;病理类型中良性肿瘤3人,恶性肿瘤39人;接受甲状腺单叶切除有22人,甲状腺全切有18人,其他手术类型的有2人;手术过程中神经保留完整:27人,神经离断后吻合:5人,神经离断:4人,外院手术未明:6人;单侧声带麻痹有33人,双侧声带麻痹有9人;介入时机为术后 ≥ 1 个月的有14人, < 1 个月的有28人(表1)。

2.2 接受嗓音训练—物理因子模式治疗的患者声带活动、MPT、VHI量表评分得到显著改善

对入选病例接受嗓音训练—物理因子模式治疗前后的声带活动、MPT、VHI-30评分进行配对 t 检验,发现治疗后三者均得到显著改善($P < 0.05$,表1)。本研究将声带固定、声门闭合改善/声带恢复部分运动、声带活动正常分别记为1、2、3分,对比治疗前后声带活动情况(表2),发现患者声带活动治疗后得到显著改善($P < 0.001$,表3),声带活动改善率达到90.5%。对于双侧声带麻痹的患者,一侧声带功能和呼吸困难情况得到改善的有6例,声带活动无明显变化的有3例。MPT延长了(5.62 \pm 3.88) s。其中,VHI-30中的功能、生理、情感评分均有所降低,分别下降了11.78 \pm 3.06、9.9 \pm 2.8、9.7 \pm 3.13,总分下降了31.79 \pm 8.01(表1)。

2.3 术后声带活动障碍程度与年龄、性别、手术方式、喉返神经保留情况、治疗介入时机无相关性

将入选病例分别按照年龄、性别、手术方式、介入时机、喉返神经保留情况分组,对比组间的声带活动评分、VHI-30评分以及MPT(图1)。本次实验中有3例双侧声带麻痹的患者,他们单侧神经离断,而对侧的神经完整保留,无法准确评估治疗后神经损伤程度与嗓音功能恢复或声带活动功能的相关性,因此这3例患者在喉返神经损伤程度的亚组分析中被剔除。统计结果发现术后VHI-30评分在不同年龄、性别、手术方式、喉返神经保留情况、治疗介入时机之间均无显著差异,MPT则与年龄、手术方式不相关,但女性术后MPT显著高于男性($P < 0.05$)。通过计算并对比嗓音训练—物理因子模式治疗前后MPT、VHI-30、声带活动障碍的评分差别,研究发现在不同年龄、性别、手术方式、喉返神经保留情况的亚组患者中,治疗前后MPT、VHI-30、声带活动改善幅度在亚组之间不存在相关性(表4)。值得注意的是,术后在一个月之后开始治疗的患者与在一个月内开始治疗的患者相比,其MPT和声带活动改善幅度无明显差别,但前者VHI-30改善幅度要显著大于后者。

3 讨论

本研究通过对42例术后喉返神经损伤患者的统计分析发现,术后声带活动障碍程度与患者年龄、性别、手术方式、喉返神经保留情况和治疗介入

表1 嗓音训练-物理因子模式治疗对42例术后喉返神经损伤患者的疗效对比

Table 1 Effect of voice-physical therapy on patients with postoperative recurrent laryngeal nerve damage ($\bar{x} \pm s$)

Characteristics	No. of patients(%)	VHI				MPT/s			
		Before treatment	After treatment	<i>t</i>	<i>P</i>	Before treatment	After treatment	<i>t</i>	<i>P</i>
Total	42	74.0±22.7	42.2±22.9	8.02	<0.001	5.9±4.3	11.5±6.9	-6.51	<0.001
Age									
≤45	30(71.4)	75.5±19.1	46.4±21.9	7.66	<0.001	6.0±4.2	11.5±7.3	-4.86	<0.001
>45	12(28.6)	70.3±30.5	31.9±22.9	3.77	0.003	5.5±4.7	11.6±5.9	-5.06	<0.001
Sex									
Male	14(33.3)	73.6±17.6	50.1±22.5	5.17	<0.001	3.5±1.9	9.1±8.0	-3.02	0.01
Female	28(66.7)	74.2±25.1	38.3±22.4	6.67	<0.001	7.1±4.7	12.7±6.0	-6.03	<0.001
Surgical procedure									
Total thyroidectomy	22(52.4)	74.2±22.6	42.9±20.0	5.68	<0.001	5.6±5.2	10.5±6.4	-6.13	<0.001
Lobectomy	18(42.9)	73.3±24.6	40.0±25.4	5.62	<0.001	5.9±3.3	12.8±7.5	-4.04	0.001
Others	2(4.7)	78.5±4.9	55.0±41.0	1)	1)	8.0±1.4	10.5±7.8	1)	1)
Preservation of RLN									
Intact	26(61.9)	72.9±20.1	38.9±22.3	6.52	<0.001	7.2±4.2	14.0±6.9	-5.54	<0.001
Sutured after Transected	5(11.9)	67.6±38.8	42.0±14.2	1)	1)	2.4±3.3	6.4±3.5	1)	1)
Transected	4(9.5)	74.5±27.1	61.5±7.0	1)	1)	2.8±1.0	5.3±2.2	1)	1)
Unknown	7(16.7)	82.4±18.3	43.7±32.4	5.53	0.001	5.3±4.5	9.3±5.7	-2.65	0.038
Intervention timing									
<1 month	28(67)	60.3±21.8	42.6±18.5	5.77	<0.001	5.8±4.2	11.7±7.2	-5.06	<0.001
≥1 month	14(33)	85.4±20.7	41.4±30.7	6.27	<0.001	6.1±4.6	11.1±6.5	-4.45	<0.001

VHI: voice handicap index; MPT : maximum phonation time; RLN: recurrent laryngeal nerve. 1): Analyses could not be carried out because of lack of cases.

表2 嗓音训练-物理因子模式治疗前后声带活动障碍程度对比

Table 2 Vocal cord mobility before and after voice-physical therapy

Groups	No. of patients	Vocal cord mobility	Vocal cord mobility	Vocal cord mobility
		Grade 1	Grade 2	Grade 3
Before treatment	42	41	1	0
After treatment	42	4	25	13

VHI: voice handicap index; MPT: maximum phonation time; RLN: recurrent laryngeal nerve.

时机无明显相关性;对于这些患者而言,嗓音训练-物理因子模式治疗能显著改善声带活动、最长发

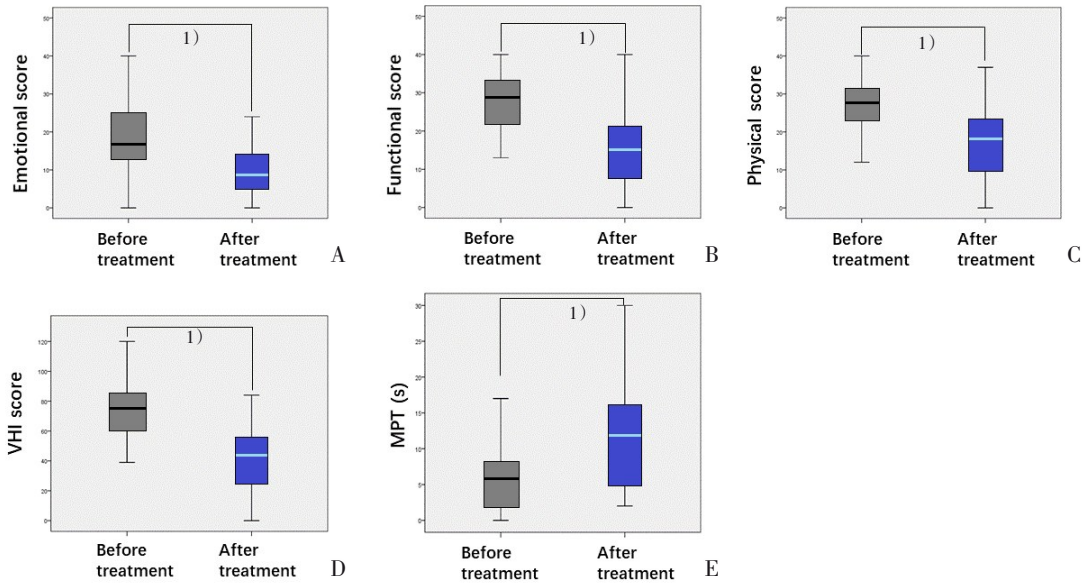
声时间及VHI量表评分,而且这一改善作用在不同年龄、性别、手术方式、喉返神经保留情况以及在不同时机开始治疗的患者上都存在。这意味着嗓音训练-物理因子模式治疗能显著改善不同类型患者术后声带麻痹的症状,对于术后声带麻痹快速康复有重要作用。另外,术后在1个月之后开始治疗的患者与在1个月内开始治疗的患者相比,其MPT和声带活动改善幅度无明显差别,但前者VHI-30改善幅度要显著大于后者。这反映了随着声音嘶哑的时间逐渐增加,虽然声带活动程度客观上并未改变,但患者的心理压力可能逐渐累积,主观症状逐渐加重。这也提示早期开始嗓音训练-物理因子模式治疗可以尽早减少患者心理压力,从而减少对患者日常生活工作的影响。

甲状腺术后声音嘶哑主要由于术中喉返神经

表3 治疗前后声带活动障碍改善程度
Table 3 Vocal cord mobility improvement after voice-physical therapy

Index	No. of patients	Further impaired	No improvement	Improved by 1	Improved by 2	Z	P
Vocal cord mobility	42	0	4	26	12	-5.62 ¹⁾	<0.001

¹⁾Improvement of vocal cord mobility after the treatment was analysed with two-sample Wilcoxon rank-sum test



VHI: voice handicap index; MPT : maximum phonation time. A, B, C and D show the emotional, functional, physical and total score of VHI before and after voice-physical therapy, respectively. E: The changes of MPT after voice-physical therapy. ¹⁾ represents $P < 0.05$.

图1 嗓音训练-物理因子模式治疗后MPT、VHI和声带活动度的变化

Fig. 1 Changes of MPT, VHI and vocal cord mobility after voice-physical therapy

损伤导致,包括术中热灼伤、钳夹、牵拉;肿瘤侵犯无法保留喉返神经而切断之;肿瘤包裹或粘连喉返神经,因分离喉返神经引起^[11]。损伤引起的发音困难程度与声门闭合不全的程度相关。由于声音的产生需要声门有足够的能力使声带粘膜振动,所以如果双侧声带越靠近,轻微闭合不全,声音会出现较少的气息、沙哑声,相反,声音质量越差^[12]。对于术后声带麻痹,现有的治疗手段包括类固醇激素、声带内注射术、喉支架手术、神经重建术以及近期新出现的基因疗法、干细胞疗法等^[4,13-14]。但是,上述方法的疗效仍存在争议。

声带麻痹患者的嗓音训练主要通过腹部呼吸、共鸣、颈部放松等方法改善声门闭合、提高声带功能和避免声门上亢进的不良习惯。有一定数量的声带麻痹患者通过嗓音训练在主客观评估结果上都出现改善作用^[15]。在众多疗法中,嗓音训练能显

著缩小声门闭合不全留下的间隙^[16]。并且嗓音训练在发现声带麻痹的早期便可开始介入干预,手术治疗则需要患者观察一年时间能否自然恢复之后再行,而漫长的等待会加重患者的心理压力,进一步对患者的生活质量造成不良影响。不仅如此,嗓音训练治疗成本低,属于非有创治疗,大部分患者容易接受。另一方面,对双侧声带麻痹的患者增加声带内收的功能,理论上有可能加重呼吸困难的症状。所以本次实验对于双侧声带麻痹的患者只进行嗓音训练中的腹式呼吸训练以及喉部按摩来改善呼吸困难的症状。对于单侧声带麻痹的患者,由于他们呼吸困难的风险极低,所以对他们的治疗侧重于增加声带内收功能,减少声门闭合不全的间隙,从而改善声音嘶哑的症状。本研究中,双侧声带麻痹的患者有9例,其中一侧声带功能、呼吸困难症状均得到改善的有6例,另外3例患者治疗后

表4 嗓音训练-物理因子模式治疗对术后喉返神经损伤患者疗效的亚组分析

Table4 Subgroup analysis of therapeutic effect of voice-physical therapy

 $M(P_{25} \sim P_{75})$

Characteristics	VHI improvement	Z	P	MPT improvement/s	Z	P
Age/years		-1.10	0.27		-1.00	0.31
≤45	30.0(17.5~41.0)			4.5(1.0~8.0)		
>45	42.0(10.0~64.3)			7.0(1.3~9.8)		
Sex		-1.47	0.14		-0.51	0.61
Male	22.0(12.0~38.5)			3.5(0.0~9.3)		
Female	37.5(16.5~54.8)			6.0(1.3~8.8)		
Surgical procedure		-0.39	0.69		-0.41	0.68
Total thyroidectomy	29.0(15.3~45.0)			5.0(1.8~8.0)		
Lobectomy	36.0(16.8~42.8)			6.0(0.8~9.3)		
Preservation of RLN		-0.16	0.87		-0.97	0.33
Intact	32.0(15.3~48.0)			6.5(1.8~10.0)		
Sutured after transected	37.0(-1.0~46.5)			3.0(0.5~8.0)		
Intervention timing		-2.07	0.04		-0.25	0.80
<1 month	26.0(13.8~40.3)			5.5(1.0~9.0)		
≥1 month	42.0(19.8~58.8)			6.5(0.0~8.3)		

Patients with postoperative recurrent laryngeal nerve damage were categorized by age, sex, surgical procedure, preservation of RLN and intervention timing. VHI and MPT improvement between different subgroups was analysed with two-sample Mann-Whitney *U* test.

声带功能及呼吸困难情况未有改善或恶化。这也说明了本治疗模式能部分改善呼吸困难症状,即使未能改善,至少不会对呼吸功能造成负面影响。值得注意的是,Krasnodębska等^[17]发现声带麻痹的患者进行5 d短期嗓音训练后,患者的声音质量与声门代偿能力均得到了改善。这种情况说明短期的嗓音训练也能有积极作用。有学者对声带麻痹患者介入嗓音训练的时机进行探究,他们选择171例患者,按照介入时间不同分成了3组,分别是诊断4周内进行介入,4~8周内介入,8周以后介入,实验结果显示8周以内的效果会优于8周以后介入,即使3组患者的嗓音均有改善作用^[18]。由于不同的学者设定的介入时间不同,在最佳介入时机的选择上还具有争议。而本次研究介入时间距离诊断为声带麻痹小于1个月的有28例,大于等于1个月的有14例,他们均进行了1个月的嗓音训练-物理因子模式治疗,治疗结果分析两者之间治疗前后均有显著地变化,但两者之间改善的幅度没有明显的差异性。我们认为该结果可能与介入时间划分的跨度不明显有关。我们也将在今后的研究中为找寻更

合适的治疗时机做出努力。

近年来,神经肌肉电刺激促进肌肉活动功能恢复的机制得到越来越清楚的阐释。神经肌肉电刺激能通过促进雪旺细胞再生、促进损伤部位周围的血液循环等作用来促进周围神经修复、再生;还能通过刺激肌肉收缩改善血液与淋巴回流、防止肌肉萎缩,通过不断刺激神经-肌肉的传导通路来促进外周神经再生恢复^[7]。杨士芳等^[19]证实了神经肌肉电刺激具有延缓肌肉萎缩,增加肌肉力量的作用。他们使用神经肌肉电刺激对COPD大鼠萎缩的股四头肌进行有规律的刺激,结果发现刺激后大鼠的股四头肌横截面积、耐力跑步距离、MyHC-I mRNA和蛋白表达量比没有进行刺激的大鼠明显上升,并且还能改善肌肉萎缩。另外,神经肌肉电刺激治疗常常用于吞咽障碍的治疗^[8],而喉部参与吞咽功能的肌肉也有一部分参与发声功能。Gorham-Rowan等^[20]认为喉部神经肌肉电刺激短时间作用下可以缓解一些人的肌肉疲劳。同样的,Guzman等^[21]发现神经肌肉电刺激作为一种辅助治疗手段能改善喉上神经衰弱患者的发声功能。本

组神经肌肉电刺激介入时间在4周内者有28人,大于4周的有14人,患者无不适,治疗一个月后神经保存完整性的26例患者中7例声带活动功能完全恢复;神经离断后重新吻合的有5例患者,其中1例患者声带功能恢复,3例患者声门闭合改善,剩余1例患者声带活动无明显变化。神经离断后重新吻合的1例患者的声带恢复了活动可能与手术过程中喉返神经吻合口对接缝合完整有关。另外3例患者的声门闭合改善可能原因是喉上神经或对侧喉返神经代偿,而这一原因已经有研究者初步的动物实验证实,喉返神经麻痹代偿机制中同侧的喉上神经激活可以代偿喉返神经麻痹^[22]。

Iwatsu等^[23]对61例心脏术后患者随访,分析神经肌肉电刺激的安全性,他们使用200和20 Hz的交替频率,结果显示患者的血流动力学参数、起搏器功能和心律失常都没有出现异常。在一项观察性研究中,Segers等^[24]对参与人员进行每周5次的治疗,设置的强度为80 mA,脉冲持续时间是500 ms,频率为50 Hz,评估他们的血压、心率、呼吸频率、氧饱和度和皮肤反应,结果显示只有一半的人员出现短暂的皮肤充血,其他结果没有显著地改变。一些学者认为,低频电刺激结合脉冲宽度为500~1 000 μs 的参数使用下患者会出现更低的疲劳指数^[25]。综合以上观点,神经肌肉电刺激在临床人员的指导下使用是相对安全的,而本次研究使用的频率范围是20~100 Hz,脉冲重复频率为2~10 Hz,脉冲宽度及幅度为(15~500 μs),均在已有研究的安全范围内,安全性能得到保障。而本次实验的不良反应记录中只有小部分人在电极片粘贴

部位出现肌肉酸痛的症状,原因可能与刺激强度有关。由于每个人刺激部位的皮褶厚度、水合作用等不同,刺激部位的表现会出现个体差异。而患者表述这种疼痛感是轻微且可耐受的,并没有患者因为疼痛选择停止治疗。

另一方面,有研究显示,脉冲宽度的大小不同,不同粗细的神经会被激活,表现为脉冲宽度较低时,较粗大神经纤维首先被激活,而随着宽度增加,细小的神经纤维也会被激活^[7]。而本次实验中的脉冲宽度为(15~500 μs),范围大,可以保证刺激到不同直径大小的神经纤维。因此选择神经肌肉电刺激在喉返神经损伤的治疗上也会具有治疗意义。上述研究阐明了神经肌肉电刺激及嗓音训练背后的机制,也侧面印证了两者的有机结合能较好地促进术后喉返神经损伤患者康复。

本研究结合了嗓音训练和神经肌肉电刺激治疗,发现这一疗法对于声带麻痹患者的发声起到显著改善作用,具有积极的临床意义,有望使声带麻痹的患者得到更好更快的康复治疗。基于本研究的结果,笔者建议术后因喉返神经损伤导致声带麻痹的患者接受至少1个月疗程的嗓音训练——物理因子模式治疗。由于本研究发现在术后1个月内开始治疗,能防止患者主观症状的加重,所以在出现症状后可以尽早开始治疗。但由于本研究的随访时间较短,病例数较少,下一步我们将对声带麻痹患者最佳介入治疗时机、神经肌肉电刺激的最佳电刺激频率、治疗次数及时间作出进一步探讨,希望能建立对术后喉返神经损伤的患者而言最佳的治疗体系,为改善他们的生活质量作出贡献。

参考文献

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] Chen W, He J, Sun K, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2014 [J]. *Chin J Cancer Res*, 2018, 30(1): 1-12.
- [3] 马跃良, 刘杰. 甲状腺手术中显露喉返神经对减少术后并发症的意义探讨[J]. *甘肃科技*, 2018, 34(8): 130-131.
- [4] 康炜骠, 郑亿庆, 梁发雅, 等. 甲状腺术后单侧声带麻痹患者嗓音训练效果分析[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2017, 25(4): 426-429.
- [5] Busto-Crespo O, Uzcanga-Lacabe M, Abad-Marco A, et al. Longitudinal voice outcomes after voice ther-

- apy in unilateral vocal fold paralysis [J]. *J Voice*, 2016, 30(6): 767.
- [6] Chen X, Wan P, Yu Y, et al. Types and timing of therapy for vocal fold paresis/paralysis after thyroidectomy: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Voice*, 2014, 28(6): 799-808.
- [7] 刘晓琳, 王金武, 戴尅戎. 神经肌肉电刺激治疗周围神经损伤的研究进展 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2010(5): 622-627.
Liu XL, Wang JW, Dai KR. Research advance of treatment of peripheral nerve injury with neuromuscular electric stimulation [J]. *Chin J Repar Reconstr Surg*, 2010(5): 622-627.
- [8] Carnaby-Mann GD, Crary MA. Examining the evidence on neuromuscular electrical stimulation for swallowing: a meta-analysis [J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2007, 133(6): 564-571.
- [9] Ouyoung LM, Swanson MS, Villegas BC, et al. AB-CLOVE: voice therapy outcomes for patients with head and neck cancer [J]. *Head Neck*, 2016, 38(1): 1810-1813.
- [10] 徐文, 李红艳, 胡蓉, 等. 嗓音障碍指数量表中文版信度和效度评价 [J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2008, 43(9): 670-675.
XU W, Li HY, Hu R, et al. Analysis of reliability and validity of the Chinese version of voice handicap index (VHI) [J]. *Chin J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*, 2008, 43(9): 670-675.
- [11] 李智勇, 衣荟洁, 李正天, 等. 甲状腺二次手术喉返神经损伤的危险因素分析 [J]. *国际外科学杂志*, 2020, 47(8): 555-559.
Li ZY, Yi HJ, Li ZT, et al. Analysis of risk factors for recurrent laryngeal nerve injury after thyroid surgery [J]. *Int J Surg*, 2020, 47(08): 555-559.
- [12] Miller S. Voice therapy for vocal fold paralysis [J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2004, 37(1): 105-119.
- [13] Konomi U, Tokashiki R, Hiramatsu H, et al. Diagnosis and management of unilateral thyroarytenoid muscle palsy [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2016, 273(11): 3803-3811
- [14] Li Y, Garrett G, Zeale D. Current treatment options for bilateral vocal fold paralysis: a state-of-the-art review [J]. *Clin Exp Otorhinolaryngol*, 2017, 10(3): 203-212.
- [15] Misono S, Merati AL. Evidence-based practice: evaluation and management of unilateral vocal fold paralysis [J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2012, 45(5): 1083-1108.
- [16] Luchsinger R, Arnold GE. *Voice-speech-language* [M]. Belmont: Wadsworth Publishing; 1967: 245.
- [17] Krasnodębska P, Domeracka-Kołodziej A, Szkiełkowska A, et al. Assessment of short-term functional voice therapy in patients with unilateral paralysis of the larynx [J]. *Otolaryngol Pol*, 2018, 72(2): 36-44.
- [18] Mattioli F, Menichetti M, Bergamini G, et al. Results of early versus intermediate or delayed voice therapy in patients with unilateral vocal fold paralysis: our experience in 171 patients [J]. *J Voice*, 2015, 29(4): 455-458.
- [19] 杨士芳, 李晓明, 陈炼, 等. 神经肌肉电刺激对慢性阻塞性肺疾病大鼠股四头肌肌萎缩和肌纤维构成改变的影响 [J]. *中华老年医学杂志*, 2019, 38(4): 459-463.
Yang SF, Li XM, Chen L, et al. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle atrophy and muscle fiber composition in quadriceps muscles of chronic obstructive pulmonary disease rats [J]. *Chin J Geriatr*, 2019, 38(4): 459-463.
- [20] Gorham-Rowan M, Morris R. Exploring the effect of laryngeal neuromuscular electrical stimulation on voice [J]. *J Laryngol Otol*, 2016, 130(11): 1022-1032.
- [21] Guzman M, Rubin A, Cox P, et al. Neuromuscular electrical stimulation of the cricothyroid muscle in patients with suspected superior laryngeal nerve weakness [J]. *J Voice*, 2014, 28(2): 216-225.
- [22] Dewan K, Vahabzadeh-Hagh A, Soofer D, et al. Neuromuscular compensation mechanisms in vocal fold paralysis and paresis [J]. *Laryngoscope*, 2017, 127(7): 1633-1638.
- [23] Iwatsu K, Yamada S, Iida Y, et al. Feasibility of neuromuscular electrical stimulation immediately after cardiovascular surgery [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2015, 96(1): 63-68.
- [24] Segers J, Hermans G, Bruyninckx F, et al. Feasibility of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients [J]. *J Crit Care*, 2014, 29(6): 1082-1088.
- [25] Sachetti A, Carpes MF, Dias AS, et al. Safety of neuromuscular electrical stimulation among critically ill patients: systematic review [J]. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2018, 30(2): 219-225.