

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.09.009

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240202.1544.003\(2024-02-04\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240202.1544.003(2024-02-04))

励-协夫曼言语治疗对帕金森病构音障碍患者电声门图参数和言语功能的影响研究*

廖成钜¹, 潘锦梅¹, 陈少彬¹, 罗成宏¹, 杨健², 黄志强², 罗家兴¹, 张贵阳³, 张峪涵^{1△}

(东莞市松山湖中心医院:1. 神经内科;2. 康复医学科;3. 耳鼻咽喉头颈外科, 广东东莞 523326)

[摘要] **目的** 研究励-协夫曼言语治疗(LSVT)应用于帕金森病(PD)构音障碍患者的语言康复效果。**方法** 选择该院2019年2月至2022年2月收治的PD构音障碍患者84例作为研究对象,按照随机数字表法分为观察组和对照组,每组各42例,对照组接受常规言语康复训练,观察组接受LSVT,疗程均为4周。比较两组干预前后西方失语症成套测验(WAB)和失语商(AQ)评分,并比较两组基频微扰(jitter)、基频(F0)、振幅微扰(shimmer)、标准化噪声能量(NNE)、谐噪比(HNR)等电声门图参数差异。**结果** 干预前,两组WAB各项(听语理解、复述、自发言语、命名)、AQ评分比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);干预后,两组上述评分均明显提高,且观察组高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);干预前,两组元音“a”“i”“u”电声门参数 jitter、F0、shimmer、NNE、HNR 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);干预后,两组上述电声门参数均较干预前明显改善,观察组元音“a”“i”“u”的 jitter、NNE 均低于对照组,HNR 高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** LSVT 可改善 PD 构音障碍患者电声门图参数和言语功能,应用于 PD 构音障碍的语言康复效果明显。

[关键词] 帕金森病;构音障碍;励-协夫曼言语治疗;电声门图

[中图分类号] R742.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2024)09-1328-05

Effect of Lee-Silverman voice treatment on electroglottography parameters and speech function in Parkinson's disease patients with dysarthria*

LIAO Chengju¹, PAN Jinmei¹, CHEN Shaobin¹, LUO Chenghong¹, YANG Jian²,

HUANG Zhiqiang², LUO Jiaying¹, ZHANG Guiyang³, ZHANG Yuhan^{1△}

(1. Department of Neurology; 2. Department of Rehabilitation Medicine; 3. Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Dongguan Songshan Lake Central Hospital, Dongguan, Guangdong 523326, China)

[Abstract] **Objective** To explore the effect of Lee-Silverman voice treatment (LSVT) on language rehabilitation of dysarthria in Parkinson's disease (PD). **Methods** A total of 84 patients with PD dysarthria admitted to our hospital from February 2019 to February 2022 were selected as the research objects. According to the random number table method, they were divided into observation group and control group, with 42 cases in each group. The control group received routine speech rehabilitation training, and the observation group received LSVT for four weeks. The scores of Western Aphasia Battery (WAB) and Aphasia Quotient (AQ) before and after intervention were compared between the two groups, and the differences of electroglottographic parameters such as jitter, F0, shimmer, normalized noise energy (NNE) and harmonic noise ratio (HNR) were compared between the two groups. **Results** Before intervention, there was no significant difference in WAB scores (listening comprehension, repetition, spontaneous speech, naming) and AQ scores between the two groups ($P>0.05$). After intervention, the above scores of the two groups were significantly improved, and the observation group was higher than the control group, the difference was statistically significant ($P<0.05$). Before intervention, the jitter, F0, shimmer, NNE, HNR of vowels “a” “i” “u” in the two groups were not statistically significant ($P>0.05$). After intervention, the above-mentioned electroglottic parameters of the two groups were significantly improved. The jitter and NNE of vowels “a” “i” “u” in the observation group were lower than those in the control group, and the HNR was higher than that in the control group, the differences

* 基金项目:广东省东莞市社会科技发展(重点)项目(202050715024222);广东省东莞市社会科技发展(一般)项目(202050715024583)。

△ 通信作者, E-mail: zyhan2002@126.com。

were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** LSVT can improve the electroglottographic parameters and speech function of patients with PD dysarthria, and the language rehabilitation effect of PD dysarthria is obvious.

[Key words] Parkinson's disease; dysarthria; Lee-Silverman voice treatment; electroglottography

帕金森病(Parkinson disease, PD)是一种好发于中老年人群的慢性进展性脑神经疾病,中脑黑质的多巴胺能神经元死亡所致的多巴胺合成和分泌减少是PD产生的直接原因^[1-3]。除了肢体运动功能受限和姿势控制障碍外,约90%的PD患者存在着构音障碍,表现为声音嘶哑、发音不清晰、音调单一、音量较低等^[4-5],对患者与他人的语言沟通产生严重影响,甚至让患者出现焦虑、抑郁等负面情绪,生活质量明显降低^[6-7]。PD患者构音障碍可发生在疾病进展的任何时期,并且随着病情的进展逐渐加重。药物及手术治疗对PD患者构音障碍的改善效果不明显,常规的言语训练可短期在一定程度上缓解构音障碍,但长期疗效多不满意^[8]。励-协夫曼言语治疗(Lee-Silverman voice treatment, LSVT)是20世纪80年代应用于临床针对PD患者构音障碍的言语治疗技术,能够有效改善欧美国家PD患者言语障碍^[9],但对于母语为汉语的国内患者效果尚缺乏临床试验进行验证。电声门图检测是一种无创、非侵入性检测技术,标准化噪声能量(normalized noise energy, NNE)、基频微扰(jitter)、振幅微扰(shimmer)等相关参数可反映声门闭合程度、声音稳定性、嘶哑程度等PD患者构音障碍情况^[10]。本研究以常规语言康复作为对照,基于声门图参数、言语功能的变化评价LSVT对PD患者构音障碍的康复效果,为LSVT用于PD构音障碍的言语康复提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取本院2019年2月至2022年2月收治的PD构音障碍患者84例作为研究对象,根据入院顺序编号,按照随机数字表法分为观察组和对照组,每组各42例。观察组中,男25例,女17例;年龄39~75岁,平均(63.82±9.03)岁;病程9个月至8年,平均(3.42±1.06)年;Hoehn-Yahr临床分期:1期6例,1.5期9例,2期11例,2.5期9例,3期7例;受教育程度:小学及以下7例,初中11例,高中15例,专科及以上9例;嗓音特点:声音变小17例,声音嘶哑7例,叠字5例,声音变小并嘶哑7例,声音变小并叠字4例,声音嘶哑并叠字2例。对照组中,男27例,女15例;年龄41~74岁,平均(63.25±9.11)岁;病程8个月至9年,平均(3.55±1.09)年;Hoehn-Yahr临床分期:1期7例,1.5期10例,2期10例,2.5期9例,3期6例;受教育程度:小学及以下8例,初中10例,高

中16例,专科及以上8例;嗓音特点:声音变小18例,声音嘶哑8例,叠字4例,声音变小并嘶哑6例,声音变小并叠字3例,声音嘶哑并叠字3例。两组患者上述一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究已获得医院伦理委员会批准(审批号:东松医伦审2020第15号)。纳入标准:(1)符合PD诊断标准^[11],且伴有不同程度构音障碍;(2)年龄35~75岁;(3)Hoehn-Yahr分期为1~3期;(4)认知功能正常;(5)自愿参加本研究,并签署协议书。排除标准:(1)药物、毒素等其他原因所致的继发性PD和帕金森叠加综合征;(2)合并重要脏器功能障碍或严重内科疾病,包括心脑血管疾病、肝肾功能衰竭、严重呼吸系统疾病等;(3)治疗前接受喉镜检查,除外良恶性肿瘤、声带结节等喉部疾病;(4)合并精神类疾病不能配合治疗;(5)同时参加其他临床试验;(6)既往有颅脑创伤、颅脑手术及颅脑良恶性肿瘤史;(7)视力和/听力障碍。

1.2 方法

1.2.1 对照组治疗方法

对照组接受常规言语康复训练,根据每例患者的具体情况,应用复述、命名等训练任务进行针对性语言康复训练,训练的内容包括发音、音量训练、语速和韵律的调整训练、口唇和舌的运动训练等。言语康复训练由专业治疗师实施,每次训练时间为60 min,每周一、周三、周五、周日各训练1次,连续训练4周。

1.2.2 观察组治疗方法

观察组接受LSVT,治疗频次同对照组。(1)深吸气,尽量长时间发元音“a”,以增加元音持续发音时长。(2)让患者先尽量高音调发声,然后尽量低音调发声,重复10遍,以增强最大基频范围。(3)声强训练,对患者进行朗读训练,内容由词、词组、短语逐渐过渡到句子、段落和整篇文章,以循序渐进的增强声强。(4)家庭训练,要求患者在言语康复训练期间按照上述训练方法进行家庭训练,于医院治疗当天进行1次家庭训练,其余时间进行两次家庭训练。

1.3 观察指标

1.3.1 言语功能和失语程度评价

采用西方失语症成套测验(western aphasia battery, WAB)评价两组患者言语功能和失语程度。通过WAB中听语理解、复述检查、自发言语、命名检查4个部分的检测结果,计算失语商(aphasia quotient, AQ)。

1.3.2 电声门图检测

采用 Y-EGG101 型电声图仪(常州钱璟康复器材股份有限公司)和配套测试软件。首先将金属电极固定于甲状软骨表面皮肤,让患者在正常发声状态发出自然胸腔稳态元音“a”“i”“u”,持续时间约 5 s,每个元音记录 5 个声音样本,每个样本取发音稳定的 1 s 做声学分析,最后选择 3 个最好的声音样本,通过软件自动分析以下相关参数:jitter、基频(F0)、shimmer、NNE、谐噪比(harmonics-to-noise ratio, HNR),上述参数均取 3 个样本的均值。

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据处理。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组干预前后 WAB、AQ 评分比较

干预前,两组 WAB 各项评分(听语理解、复述、自发言语、命名)、AQ 评分差异均无统计学意义($P > 0.05$);干预后,两组上述评分较干预前均明显增加,且观察组高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

2.2 两组电声图相关参数比较

干预前,两组元音“a”“i”“u”电声门参数 jitter、F0、shimmer、NNE、HNR 比较差异均无统计学意义($P > 0.05$);干预后,两组上述电声门参数均较干预前明显改善,观察组元音“a”“i”“u”的 jitter、NNE 均低于对照组,HNR 高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2~4。

表 1 两组干预前后 WAB、AQ 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

项目	观察组($n=42$)		对照组($n=42$)	
	干预前	干预后	干预前	干预后
WAB 评分				
听语理解	102.31±18.50	119.40±17.88 ^{ab}	102.84±17.66	110.63±15.35 ^a
复述	55.71±7.42	68.53±6.79 ^{ab}	56.04±7.38	62.10±6.38 ^a
自发言语	9.87±1.64	15.75±2.11 ^{ab}	9.95±1.70	13.34±1.78 ^a
命名	31.76±5.21	40.90±6.32 ^{ab}	32.09±5.69	36.88±5.67 ^a
AQ 评分	57.70±8.45	69.33±8.61 ^{ab}	57.96±8.36	63.25±8.10 ^a

^a: $P < 0.05$,与同组干预前比较;^b: $P < 0.05$,与同期对照组比较。

表 2 两组干预前后元音“a”电声门参数比较($\bar{x} \pm s$)

项目	观察组($n=42$)		对照组($n=42$)	
	干预前	干预后	干预前	干预后
jitter(%)	0.39±0.12	0.27±0.08 ^{ab}	0.38±0.14	0.32±0.10 ^a
F0(Hz)	192.58±23.04	182.63±20.44 ^a	191.31±22.86	184.31±21.63 ^a
shimmer(%)	2.16±0.74	1.66±0.48 ^a	2.13±0.75	1.71±0.58 ^a
NNE(dB)	-25.18±2.33	-30.21±2.64 ^{ab}	-25.22±2.17	-28.19±2.06 ^a
HNR(dB)	25.27±2.54	30.36±2.48 ^{ab}	25.34±2.41	28.21±2.02 ^a

^a: $P < 0.05$,与同组干预前比较;^b: $P < 0.05$,与同期对照组比较。

表 3 两组干预前后元音“i”电声门参数比较($\bar{x} \pm s$)

项目	观察组($n=42$)		对照组($n=42$)	
	干预前	干预后	干预前	干预后
jitter(%)	0.30±0.07	0.22±0.05 ^{ab}	0.29±0.07	0.25±0.04 ^a
F0(Hz)	208.29±24.15	202.43±21.51 ^a	207.64±23.99	204.55±22.60 ^a
shimmer(%)	1.70±0.48	1.38±0.42 ^a	1.69±0.45	1.41±0.39 ^a
NNE(dB)	-25.54±2.08	-30.98±2.58 ^{ab}	-25.40±2.12	-28.30±2.09 ^a
HNR(dB)	25.71±2.46	30.92±2.43 ^{ab}	25.43±2.35	28.52±2.11 ^a

^a: $P < 0.05$,与同组干预前比较;^b: $P < 0.05$,与同期对照组比较。

表 4 两组干预前后元音“u”电声门参数比较($\bar{x} \pm s$)

项目	观察组(n=42)		对照组(n=42)	
	干预前	干预后	干预前	干预后
jitter(%)	0.29±0.08	0.20±0.04 ^{ab}	0.30±0.08	0.25±0.06 ^a
F0(Hz)	203.15±23.22	207.14±22.40 ^a	202.39±23.51	206.81±23.05 ^a
shimmer(%)	1.66±0.42	1.21±0.36 ^a	1.65±0.40	1.29±0.35 ^a
NNE(dB)	-24.76±2.22	-30.53±2.31 ^{ab}	-25.89±2.28	-28.24±2.01 ^a
HNR(dB)	25.02±2.24	30.61±2.18 ^{ab}	25.07±2.31	28.45±1.98 ^a

^a: $P < 0.05$, 与同组干预前比较; ^b: $P < 0.05$, 与同期对照组比较。

3 讨 论

构音障碍是 PD 患者常见的临床表现^[12-14], 运动障碍和感知障碍是 PD 发生的重要机制。运动障碍是指患者声带张力和内收力低下, 声门不能完全闭合, 发音动作时声门漏气, 音质粗糙、无力, 同时声门下压力低下, 声音强度下降^[15-17]。听觉障碍是 PD 患者重要的非运动症状, 声音-听觉整合受损使患者无法感知自己的发声情况, 不能对出现的言语稳态做出及时纠正, 导致感知障碍^[18-19]。

LSVT 注重改善患者的语言功能, 并促使患者感受到自身发生运动障碍, 使患者能够对发声的异常感觉系统做出调整, 从而提高患者语言交流能力, 扩大交际范围, 进而提高患者的生活质量。LSVT 康复训练中注重增加声带的内收运动, 增强呼吸肌、喉肌功能, 从而提高声音的响度; PD 构音障碍患者往往意识不到自己音量较低, 也不会取刻意提高自己的音量, 而 LSVT 通过训练增加发声相关肌肉组织的神经冲动和声带的运动幅度, 从而提高音量, 提高患者对自身发声运动障碍的感知能力, 提高音质和音量。LSVT 采用简单、重复、强化的训练方法, 鼓励患者提高讲话的声音响度, 并由康复师做标准范例, 强调患者按照标准范例进行练习, 以提高康复效果^[20-21]。本研究结果显示, 观察组 WAB 各项评分、AQ 评分均高于对照组, 表明 LSVT 可有效提高 PD 构音障碍患者言语功能, 改善失语程度。

声门图是反映声带振动的波形图, 电声门图是通过电极测量声带振动时产生的电阻值而得到的电流信号, 其信号来源于发声时声带的振动, 且无声道和噪声的影响, 能够为 PD 构音障碍患者语音特征的分析提供有价值的信息, 并可用于 PD 构音障碍患者语言康复效果的评估^[22-23]。jitter 是反映相邻两个波形之间声波频率微小差异的指标, 与声带的张力、生物力学特性及神经支配情况密切相关, 反映声音的稳定性; shimmer 描述的是连续振动之间波幅的变化, 反映声音的嘶哑程度。PD 患者 jitter、shimmer 异常升高, 其声带振动的稳定性和幅度发生改变, 表现为声音嘶哑和粗糙^[24]。NNE 是声带振动过程中声门漏气所致扰动噪声程度, 是反应声门闭合程度的指标。

HNR 是指发出的声音中谐波成分能量和噪声能量之比, 反映了 PD 患者声带振动发出声音的周期成分与非周期成分的关系。NNE、HNR 与气息声相关, PD 构音障碍患者 NNE、HNR 异常, 提示患者存在喉部功能障碍, 发声时声门闭合不良^[25]。本研究结果显示, 干预后观察组元音“a”“i”“u”的电声门参数 jitter、NNE、HNR 改善情况均优于对照组, 表明 LSVT 通过增加声带的内收运动, 增改善呼吸肌、喉肌功能, 可有效提高 PD 构音障碍患者声音的稳定性和声音响度, 促进患者构音功能的恢复。

综上所述, LSVT 可改善 PD 构音障碍患者电声门图参数和言语功能, 语言康复效果明显, 有利于促进 PD 患者恢复正常的构音功能, 提高患者的生活质量。但本研究纳入病例数较少, 病例来源单一, LSVT 对 PD 构音障碍患者语言康复效果尚需扩大样本量, 必要时开展多中心临床观察进一步验证。

参考文献

- [1] OSAKI Y, MORITA Y, MIYAMOTO Y, et al. Disease progression and phenotypes of non-motor symptoms in Parkinson's disease[J]. *Neurol Clin Neurosci*, 2020, 9(1): 83-90.
- [2] 唐泽丽, 唐欢, 李娟, 等. 帕金森病直立性低血压危险因素的研究进展[J]. *重庆医学*, 2023, 52(8): 1253-1256.
- [3] 王坤, 杨婷, 方庆娟, 等. 帕金森病患者血压昼夜节律与动脉粥样硬化关系的临床观察[J]. *心肺血管病杂志*, 2023, 42(7): 702-707.
- [4] 谭茗丹, 冯锭瑶, 陈曦, 等. 中文版构音障碍影响程度量表对帕金森病患者的信度和效度[J]. *中国康复理论与实践*, 2022, 28(6): 696-703.
- [5] BASILAKOS A, FRIDRIKSSON J. Types of motor speech impairments associated with neurologic diseases[J]. *Handb Clin Neurol*, 2022, 185: 71-79.
- [6] SCHALLING E, JOHANSSON K, HARTELIUS L. Speech and communication changes re-

- ported by people with Parkinson's disease[J]. *Folia Phoniatr Logop*, 2017, 69(3):131-141.
- [7] 李威威, 刘晓亮, 杨俊丽, 等. 不同临床分期帕金森病抑郁状态的比较分析[J]. *神经损伤与功能重建*, 2023, 18(3):432-434.
- [8] 李咏雪, 谭茗丹, 范豪, 等. 励-协夫曼言语治疗对中国帕金森病患者言语功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2020, 42(3):245-248.
- [9] 罗佳, 庄佩耘, 张天宇, 等. 帕金森病患者的言语障碍及励-协夫曼言语治疗的应用[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2007, 15(6):502-505.
- [10] 但果, 陈作鹏. 电声门图仪检测技术的研究进展[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2013, 21(2):196-199.
- [11] POSTUMA R B, BERG D, STERN M, et al. MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease[J]. *Mov Disord*, 2016, 30(12):1591-1601.
- [12] 王晓雯, 黄昭鸣, 钱红, 等. 高频重复经颅磁刺激双侧 M1 区联合构音训练对帕金森病人运动不及型构音障碍的影响[J]. *实用老年医学*, 2022, 36(5):508-511.
- [13] 蒲婷婷, 李广, 刘一凡, 等. 帕金森患者构音障碍的语音特征分析[J]. *成都医学院学报*, 2022, 17(2):184-187.
- [14] 丁振平, 何建华, 杨振. 重复经颅磁刺激治疗脑病损构音障碍的研究进展[J]. *中国康复*, 2023, 38(6):374-379.
- [15] YUCETURK A V, YILMAZ H, EGRILMEZ M, et al. Voice analysis and videolaryngostroboscopy in patients with Parkinson's disease[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2002, 259(6):290-293.
- [16] 张美美, 张玉梅. 帕金森病构音障碍研究进展[J]. *中国医刊*, 2023, 58(2):130-133.
- [17] 陈林丽, 杨荆生, 唐静, 等. 老年帕金森病患者发音声波分析[J]. *川北医学院学报*, 2022, 37(10):1249-1252.
- [18] JAFARI Z, KOLB B E, MOHAJERANI M H. Auditory dysfunction in Parkinson's disease[J]. *Mov Disord*, 2020, 35(4):537-550.
- [19] 唐静, 陈林丽, 杨荆生, 等. 元音发音障碍作为帕金森病早期标志的评估[J]. *中国神经免疫学和神经病学杂志*, 2023, 30(2):110-114.
- [20] 阳杨, 庞子建, 刘恒鑫, 等. 励-协夫曼言语治疗对 2 例不同构音障碍患者嗓音的影响比较[J]. *中国听力语言康复科学杂志*, 2022, 20(1):12-15.
- [21] 徐小玲. 励协夫曼言语训练对脑梗死后运动性失语患者言语功能的影响[J]. *现代实用医学*, 2022, 34(7):908-910.
- [22] CHEN L, MAO X, WEI P, et al. Speech emotional features extraction based on electroglottograph[J]. *Neural Computation*, 2013, 25(12):3294-3317.
- [23] 周静, 方灿, 张晓晓. 口部运动训练对脑卒中后痉挛性构音障碍患者声学/电声门图评价参数的作用[J]. *现代实用医学*, 2017, 29(4):426-428.
- [24] 阳杨, 庞子建, 高立群. 帕金森病言语障碍特征性表现及干预治疗研究进展[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2023, 31(1):79-84.
- [25] 范萍, 顾文涛, 刘卫国. 统一帕金森病评定量表评估无言语障碍帕金森病患者的语音声学特征[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2022, 30(3):262-265.
- (收稿日期:2023-07-18 修回日期:2024-03-21)
(编辑:张芃捷)
- (上接第 1327 页)
- [23] 夏海清, 金峰, 李静, 等. 右美托咪定对电休克治疗抑郁症模型大鼠认知功能及 NR2B-ERK 信号通路的影响[J]. *热带医学杂志*, 2019, 19(7):817-821.
- [24] 张炳奎, 李艳, 杨雪梅, 等. 无抽搐电休克治疗对精神分裂症患者认知功能及其氧化自由基清除剂的影响[J]. *临床与病理杂志*, 2020, 40(2):398-402.
- [25] 邹磊, 闵苏, 陈其彬, 等. 复合氯胺酮麻醉对老年抑郁症患者电休克治疗的认知保护作用:一项随机对照研究[J]. *第三军医大学学报*, 2021, 43(4):324-328.
- [26] 张云鹏, 董天鑫, 纪国余, 等. 右美托咪定对脑外伤所致认知功能和脑组织损伤的保护作用[J]. *中国医院药学杂志*, 2020, 40(21):2243-2246.
- [27] 董浩垚, 侯俊德, 迟晓慧, 等. 右美托咪定对咪达唑仑麻醉所致认知功能障碍的保护作用及其机制研究[J]. *医学综述*, 2021, 27(12):2473-2477.
- [28] 刘铁军, 董晓柳, 张树波, 等. 右美托咪定对老年脓毒症大鼠 Shh 信号通路及认知功能的影响研究[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2020, 28(4):86-90.
- (收稿日期:2023-07-15 修回日期:2024-03-21)
(编辑:张芃捷)