

呼吸神经生理促进疗法结合功能性电刺激对脑卒中后呼吸功能的影响

刘超^{1,2} 万明珠³ 段榴斯¹ 屈菲¹ 郭凯锋¹ 徐颖² 黄臻¹

¹广州市番禺区中心医院康复医学科,广州 511400; ²南方医科大学附属南海医院康复医学科,佛山 528200; ³辽宁中医药大学针灸推拿学院,沈阳 110032

通信作者:黄臻,Email:mishz@126.com

【摘要】 **目的** 观察呼吸神经生理促进疗法结合功能性电刺激对脑卒中后呼吸功能的疗效。**方法** 按随机数字表法将脑卒中患者 64 例分为对照组和治疗组,每组患者 32 例。对照组给予常规呼吸内科治疗,治疗组在对照组治疗方案的基础上增加呼吸神经生理促进疗法和功能性电刺激。2 组患者均每周治疗 6 次,共治疗 3 周。于治疗前和治疗 3 周后(治疗后)分别对 2 组患者进行血气分析[包括动脉血氧分压(PaO₂)、动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)、动脉血氧饱和度(O₂sat)和 C 反应蛋白(CRP)]、B 超检查[平静呼气末与平静吸气末的膈肌移动度(Δm)、用力呼气末与用力吸气末的膈肌移动度(ΔM)、平静呼气末与吸气末时膈肌厚度差值(Δd)]和肺功能评估[第 1 秒用力呼气量(FEV₁)、最大自主通气量(FVC)]。**结果** 治疗后,治疗组患者的 PaO₂ 为(81.92±5.66) mmHg, PaCO₂ 为(43.16±4.92) mmHg, O₂sat 为(87.93±1.51)%; CRP 为(15.83±5.36) mg/L, Δm 为(16.96±3.25) mm, ΔM 为(66.66±5.66) mm, FEV₁ 为(44.85±5.24)%, FVC 为(69.47±4.26)%, 均显著优于组内治疗前和对照组治疗后,差异均有统计学意义(P<0.05)。**结论** 呼吸神经生理促进疗法结合功能性电刺激可以明显改善脑卒中后呼吸功能,提高膈肌移动度和厚度,降低肺感染风险。

【关键词】 呼吸神经生理促进疗法; 功能性电刺激; 脑卒中; 呼吸功能

基金项目:广东省中医药局科研项目(20171198); 番禺区科技计划项目(2017-Z04-07)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.05.001

Effects of neurophysiological facilitation and external pacing of diaphragm on post-stroke respiratory function

Liu Chao^{1,2}, Wan Mingzhu³, Duan Liusi¹, Qu Fei¹, Guo Kaifeng¹, Xu Ying², Huang Zhen¹

¹Department of rehabilitation medicine, Guangzhou Panyu Central Hospital, Guangzhou 511400, China; ²Department of rehabilitation medicine, Nanhai Hospital Affiliated to Southern Medical University, Foshan 528200, China; ³College of acupuncture and massage, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 110032, China

Corresponding author: Huang Zhen, Email: mishz@126.com

【Abstract】 **Objective** To observe of the effect of neurophysiological facilitation of respiration combined with external diaphragm pacing on the respiration of stroke survivors. **Methods** Sixty-four stroke survivors were divided randomly into a treatment group and a control group, each of 32. Both groups were given routine drugs, while the treatment group was additionally provided with an external diaphragm pacemaker. Those in the treatment group also received neurophysiological facilitation of respiration six times a week for 3 weeks. Before and after the treatment, arterial oxygen partial pressure (PaO₂) was measured in both groups along with arterial carbon dioxide partial pressure (PaCO₂), arterial oxygen saturation (O₂sat) and C-reactive protein (CRP). Ultrasonography was used to measure diaphragm mobility at the end of expiration and inspiration (Δm), diaphragm mobility of the end of forced inspiration and expiration (ΔM), and the difference of diaphragm thickness (Δd). First second forced expiratory volume (FEV), and maximum voluntary ventilation (FVC) were also measured. **Results** After the treatment, the average PaO₂, PaCO₂, O₂sat, CRP, Δm, ΔM, FEV and FVC of the treatment group were all significantly better than before the treatment and better than those of the control group. **Conclusion** Neurophysiological therapy combined with an external diaphragm pacemaker can significantly improve the respiration of stroke survivors, reducing the risk of lung infection.

【Key words】 Neurophysiological facilitation; Respiration; Functional electrical stimulation; Stroke; Pacemakers

Fund program: The Science and Technology Program of Panyu (grant 2017-Z04-07)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.05.001

脑卒中的发病率随老龄化而逐年增加,截至 2010 年我国脑卒中发病率超过 336/10 万,位居世界第一,每年因脑卒中死亡人数已达 170 万^[1]。研究证实,脑卒中后损伤大脑中枢及其相关皮质,可导致呼吸功能障碍,引发呼吸系统疾病,导致呼吸功能减弱、呼吸费力、呛咳及吞咽功能障碍等^[2]。长期的呼吸功能障碍可导致呼吸肌废用,增加肺部感染的发生和死亡风险^[3]。本研究采用呼吸神经生理促进疗法^[4]、并结合功能性电刺激对脑卒中后呼吸障碍患者 32 例进行了干预,取得了满意疗效。报道如下。

资料与方法

一、临床资料

纳入标准:①均经头颅 CT 或 MRI 检查证实,符合《中风病诊断与疗效评定标准》^[5],符合第三届全国肺部感染及间质性肺病临床诊断标准中呼吸功能障碍的诊断标准^[6],符合中华医学会全国第四次脑血管病学术会议通过的《各类脑血管病诊断要点》^[7]中脑卒中的诊断标准;②病程>14 d;③年龄 50~80 岁;④伴有肺部感染患者;⑤动脉血氧分压 (partial pressure of oxygen tension, PaO₂) 低于正常范围,且伴有二氧化碳分压 (partial pressure of carbon dioxide, PaCO₂) 升高者;⑥患者或家属签署知情同意书。

排除标准:①肋骨骨折及气胸患者;②胸膜粘连增厚;③严重的脏器功能不全及恶性肿瘤患者;④长期服用免疫抑制剂或有严重免疫缺陷的肺炎患者;⑤有植入心脏起搏器者;⑥严重认知障碍或精神疾病影响检查者。

选取 2015 年 5 月至 2016 年 7 月在广州市番禺区中心医院神经内科、康复科住院治疗且符合上述标准的脑卒中后呼吸功能障碍患者 64 例,按随机数字表法分为对照组与治疗组,每组患者 32 例。2 组患者的性别、平均年龄、平均病程、病变性质等一般资料组间比较,差异均无统计学意义 ($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。

表 1 2 组患者一般资料

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	病变性质(例)		平均病程 (d, $\bar{x}\pm s$)
		男	女		脑出血	脑梗死	
对照组	32	19	13	61.5±8.2	20	12	18.1±2.6
治疗组	32	20	12	60.3±8.5	22	10	17.4±2.8

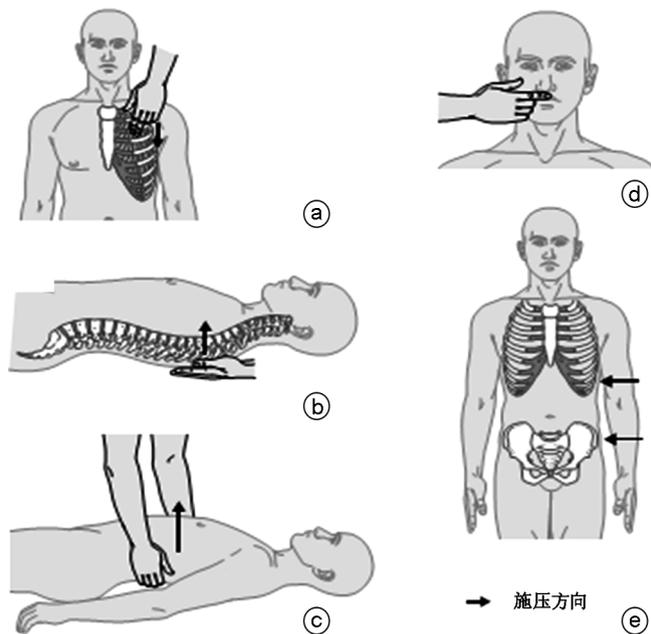
二、治疗方法

对照组采用常规呼吸内科治疗,治疗组在常规呼吸内科治疗方案的基础上增加呼吸神经生理促进疗法(详细治疗方法和操作过程见表 2 和图 1^[4])和功能性电刺激联合治疗。功能性电刺激选用广州产体外膈肌起搏器(即功能性电刺激治疗仪),该治疗仪共 4 块电极片,将 2 块 2 cm×2 cm 的小电极片贴于两侧胸锁乳突肌外缘下 1/3 位置,另将 2 块 5 cm×5 cm 的大电极片贴于两侧锁骨

中线第二肋间,刺激频率为 40 Hz,脉宽为 0.3 ms,输出电流 0~60 mA,起搏次数为 9 次/min,每日治疗 1 次,每次治疗 30 min,每周治疗 6 d,连续治疗 3 周。

表 2 呼吸神经生理促进疗法操作方法

方法	具体操作	疗程
肋间牵拉法	患者仰卧位,沿肋骨上缘向下施压,使其所在的肋间隙增宽。牵拉动作与呼气同步	每日治疗 1 次,每次 30 min,每周治疗 6 次,持续治疗 3 周
压迫上胸段脊柱法(针对上腹部活动)	治疗者手成勾状或摊开手掌(手心朝上),置于背部上段胸部 T ₂ -T ₅ 棘突,向上施加一定压力	
压迫下胸段脊柱法(针对胸膜吸气性活动)	治疗者手成勾状或摊开手掌(手心朝上),置于背部下段胸部 T ₇ -T ₁₀ 棘突,向上施加一定压力	
前拉底部抬举法	手放在下段肋骨并向上轻抬举。手在后方一直保持持续施加向前伸的应力。可单手或双侧同时操作	
口周刺激法	用食、中指对患者上唇持续施加中等压力并保持,但不要堵住鼻孔	
徒手压迫法	摊开手掌,在治疗区域施加适当的持续压力	
腹部协同收缩法	一手置于骨盆上,一手施加压力于下断肋骨并在呼气时往内往下给予适当压力	



注:a 为肋间牵拉法; b 为压迫脊柱法; c 为前拉底部抬举法; d 为口周刺激法; e 为腹部协同收缩法

图 1 呼吸神经生理促进疗法操作方法

三、评估标准

于治疗前和治疗 3 周后(治疗后)分别对 2 组患者进行血气分析、C 反应蛋白检测、B 超检查和肺功能评估。

1. 血气分析:包括 PaO₂、PaCO₂、动脉血氧饱和度 (oxygen saturation, O₂sat) 以及 C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)。

表 3 2 组患者治疗前、后血气分析结果比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	PaO ₂ (mmHg)		PaCO ₂ (mmHg)		O ₂ sat(%)		CRP(mg/L)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	32	54.91±4.84	68.48±4.83 ^a	61.52±4.94	53.75±4.81 ^a	83.52±1.75	91.77±1.83 ^a	53.52±5.65	28.41±6.02 ^a
治疗组	32	54.75±4.41	81.92±5.66 ^{ab}	61.92±4.59	43.16±4.92 ^{ab}	84.93±1.51	98.17±1.62 ^{ab}	53.30±6.07	15.83±5.36 ^{ab}

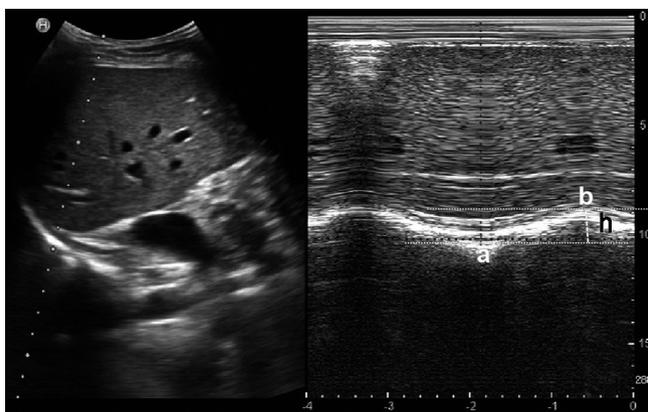
注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$,与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$

表 4 2 组患者治疗前、后膈肌移动度和厚度比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	Δm (mm)		ΔM (mm)		Δd (mm)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	32	21.85±4.84	18.88±4.65 ^a	50.19±6.95	57.59±4.43 ^a	0.81±0.54	0.85±0.23 ^a
治疗组	32	22.12±5.02	16.96±3.25 ^{ab}	49.96±7.07	66.66±5.66 ^{ab}	0.84±0.60	1.06±0.34 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$,与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$

2.B 超检查:患者取平卧位,右肋缘下的右腋前线与右锁骨中线的中点,第 8 到第 10 肋腋中线横膈胸腔附着区域,以肝右叶为标志,调整探头方向(方向指向头部)寻找膈肌最大运动幅度位置,且膈肌运动方向与超声探头垂直,即 M 型超声测量膈肌轨迹^[8];测得波峰与波谷的垂直距离(见图 2)。^①测量移动距离: Δm 即指平静呼气末与平静吸气末的膈肌移动度; ΔM 即指用力呼气末与用力吸气末的膈肌移动度;^②平静呼气末与吸气末时膈肌厚度差值用 Δd 。为减少误差,每项测定均重复 3 次,取其平均值。



注:a 为波谷;b 为波峰;h 为膈肌移动度

图 2 膈肌移动度常用方法的示意图

3.肺功能评估:第 1 秒用力呼气量(first second forced expiratory volume, FEV₁);最大自主通气量(forced vital capacity, FVC)。

四、统计学分析

所有数据均采用 SPSS 20.0 版统计学软件进行分析,计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较时,如符合正态分布则采用样本 t 检验。如不符则采用秩和检验。性别、病变类型为计数资料采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、2 组患者治疗前、后血气分析结果比较

治疗前,2 组患者 PaO₂、PaCO₂、O₂sat、CRP 组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后,2 组的 PaO₂、PaCO₂、O₂sat、CRP 与组内治疗前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),且治疗组以上各项数值均优于对照组治疗后,差异均有统计学意义($P<0.05$),具体数据见表 3。

二、2 组患者治疗前、后膈肌移动度和厚度比较

治疗前,2 组患者的 Δm 、 ΔM 、 Δd 组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后,2 组的 Δm 、 ΔM 、 Δd 与组内治疗前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),且治疗组治疗后的 Δm 、 ΔM 、 Δd 均优于对照组治疗后,差异均有统计学意义($P<0.05$),具体数据见表 4。

三、2 组患者治疗前、后呼吸功能比较

治疗前,2 组患者的 FEV₁ 和 FVC 组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后,2 组的 FEV₁ 和 FVC 与组内治疗前比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),且治疗组治疗后的 FEV₁ 和 FVC 均优于对照组治疗后,差异均有统计学意义($P<0.05$),具体数据见表 5。

表 5 2 组患者治疗前、后呼吸功能比较(% , $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	FEV ₁		FVC	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	32	28.06±2.68	36.58±6.53 ^a	50.71±5.12	61.16±4.81 ^a
治疗组	32	27.65±2.59	44.85±5.24 ^{ab}	51.56±6.27	69.47±4.26 ^{ab}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$,与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$

讨 论

本研究结果显示,经常规呼吸内科治疗联合呼吸神经生理促进疗法和功能性电刺激治疗后,脑卒中后呼吸功能障碍患者的 FEV₁、FVC、 Δm 、 ΔM 、 Δd 、PaO₂、PaCO₂、O₂sat 以及 CRP 均较组内治疗前显著改善,且疗效优于仅采用常规呼吸内科治疗的对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$),该结果提示,呼吸神经生理促进法结合功能性电刺激可很好地改善脑卒中后呼吸功能障碍患者的呼吸功能。

呼吸神经生理促进疗法是一种有选择的本体感受和触觉刺激训练方法,是通过感、触觉产生呼吸反射的

治疗技术,其主要目的是通过改善呼吸模式和肺通气状况,提高咳嗽和呼吸能力,进而增强心肺适应能力,改善患者呼吸功能并提高生活质量。这种生理性刺激方法在早些年已经被应用于胸科物理治疗以改善呼吸运动模式。动物实验也证实呼吸促进疗法能改变呼吸的频率及深度^[9],且能在呼吸运动中减少疼痛感^[10]。对于中枢受损后气管插管高度依赖患者,通过本体感觉刺激(口周刺激法和肋间牵拉法)和被动运动,可在短期内显著提高氧分压且使得每分通气量平均提高 14.6%^[11]。陈勇等^[12]和 Gosselink^[13]等的研究也发现,通过运用呼吸训练、屏气训练等方法训练肺功能,可增强患者呼吸肌收缩能力及耐力,促进萎缩肺泡重新扩张,改善低氧现象。还有研究发现,通过运用康复运动训练,可改善呼吸肌收缩和舒张功能,增加其耐力,降低疲劳度,增加膈肌移动度及通气量,促进排除残气量^[14]。

呼吸过程中,吸气肌主要以膈肌、肋间外肌为主,呼气肌则通过膈肌和胸部等肌肉的回缩实现。膈肌是人体主要的呼吸肌,膈肌每移动 1 cm,肺通气量增加约 350 ml。膈肌与胸部肌肉的神经不同,膈肌受延髓控制,对本体信息不敏感,主要靠膈肌自主运动兴奋或抑制呼吸。对于脑卒中患者,因出现胸廓挛缩,胸壁弹性下降,致使双侧膈肌移动显著下降,进一步造成呼气功能障碍,降低心肺适应能力^[15]。脑卒中后伴有呼吸功能障碍的患者,多表现为呼吸肌无力、低氧血症、膈肌移动障碍等,导致患者肺功能降低,极易引发肺部感染,延长患者的住院时间,并影响其康复治疗效果。体外膈肌起搏器是通过膈神经进行功能性电刺激,可激活肌纤维,经由传入神经激活脊髓神经元,使肌肉被动性有节律地收缩^[16],提升膈肌耐受力及移动度,扩大胸廓容量,从而达到改善肺通气的目的。呼吸肌训练可以延长深吸气时间,提高患者肺容量,使肺组织有充足时间进行气体交换^[17]。

本研究选取首次发病,病程超过 2 周,病情均在稳定期的脑卒中后呼吸功能障碍患者,运用肋间牵拉法,可增强牵拉区域周围的吸气运动;口周刺激法可引起短暂呼吸暂停,促进呼气肌与吸气肌的自主收缩能力,增强呼吸肌群肌力;压迫上、下胸段脊柱法可使患者加大深呼吸,以及腹部协同收缩法均可增加上腹部运动,促进腹直肌的收缩;前拉底部抬举法可使胸廓向后面底部扩张,从而增加呼吸运动。该疗法增加了患者自主呼吸性运动能力,改善了膈肌移动度、FEV₁、FVC 以及血氧变化。

综上所述,本体感觉与功能性电刺激相结合可改善患者因长期卧床所带来的呼吸功能障碍,提高患者的生活质量。本研究仅对促进疗法结合体外膈肌起搏器进行初步探究,未对该疗法中的某种治疗方法加以

细分,且对该促进疗法未做单独比较,每种促进技术的治疗机制亦需进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Yang G, Wang Y, Zeng Y, et al. Rapid health transition in China, 1990-2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010 [J]. *Lancet*, 2013, 381 (9882): 1987-2015. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61097-1.
- [2] Xiao Y, Luo M, Wang J, et al. Inspiratory muscle training for the recovery of function after stroke [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 5: CD009360. DOI: 10.1002/14651858.CD009360.
- [3] Hannawi Y, Hannawi B, Rao CP, et al. Stroke-associated pneumonia: major advances and obstacles [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2013, 35(5): 430-443. DOI: 10.1159/000350199.
- [4] Pryor J A, Prasad A S. Physiotherapy for respiratory and cardiac problems: adults and paediatrics [M]. Elsevier Health Sciences, 2008: 161-242.
- [5] 国家中医药管理局脑病急症协作组. 中风病诊断、疗效评定标准 [J]. *陕西中医*, 1988, 19(9): 434.
- [6] 瞿介明, 曹彬. 中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南 (2016 年版) 修订要点 [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2016, 39(4): 241-242. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2016.04.001.
- [7] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点 [J]. *中华神经科杂志*, 1996(6): 379.
- [8] 何伟, 许媛. 3 种超声方法测量膈肌运动的比较研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2014, 26(12): 914-916. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.12.014.
- [9] Delucia CM, Asis RMD, Bailey EF. Daily inspiratory muscle training lowers blood pressure and vascular resistance in healthy men and women [J]. *Exp Physiol*. 2017 Nov 24. DOI: 10.1113/EP086641.
- [10] Bethune D. Neurophysiological facilitation of respiration [J]. *Respiratory Care*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1991: 121-145.
- [11] Chang A, Paratz J, Rollston J. Ventilatory effects of neurophysiological facilitation and passive movement in patients with neurological injury [J]. *Australian Journal of Physiotherapy*, 2002, 48(4): 305-310. DOI: 10.1016/S0004-9514(14)60170-7.
- [12] 陈勇, 王宝强, 何潇, 等. 阻力呼吸器训练对肺癌放疗后患者生命质量及肺功能的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(4). DOI: 10.3760/cam.j.issn.0254-1424.2017.04.015.
- [13] Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, et al. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: What is the evidence [J]. *Eur Respir J*, 2011, 37(2): 416-425. DOI: 10.1183/09031936.00031810.
- [14] 马艳, 王小云, 岳翔, 等. 膈肌训练对脑卒中后疲劳患者日常生活活动的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2016, 38(8): 587-590. DOI: 10.3760/cam.j.issn.0254-1424.2016.08.007.
- [15] Billinger SA, Coughenour E, Mackay-Lyons MJ, et al. Reduced cardiorespiratory fitness after stroke: biological consequences and exercise-induced adaptations [J]. *Stroke Res Treat*, 2012, 2012: 959120. DOI: 10.1155/2012/959120.
- [16] 贾功伟, 李娜, 殷樱, 等. 神经肌肉电刺激在慢性阻塞性肺疾病康复中的应用 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(1): 21-24. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.01.005.
- [17] 王庆丰. 深呼吸体操联合负荷呼吸训练对慢性阻塞性肺疾病患者肺功能的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2011, 33(10): 788-789. DOI: 10.3760/cam.j.issn.0254-1424.2011.10.019.

(修回日期: 2019-03-12)

(本文编辑: 阮仕衡)