精神障碍患者改良电休克治疗的初始癫痫发作阈值的相关因素分析

李迎寅[1,2],杨 鹏[2],王美洁[2],时亚杰[2],李燕飞[2],李 坤[2],张校明[2*]

(1. 济宁医学院,山东 济宁 272051;

2. 山东省戴庄医院,山东 济宁 272051

*通信作者:张校明,E-mail:zjy112323@sina.com)

【摘要】 **背景** 改良电休克治疗(MECT)是目前广泛应用于精神科临床一线的一种物理治疗方法,临床上通常根据患者初始癫痫发作阈值(IST)的影响因素对MECT首次最佳刺激剂量进行估计。然而,既往关于IST影响因素的研究存在样本量较小、研究维度单一等不足。**目的** 探索精神障碍患者IST的影响因素,以期为精神障碍患者MECT的IST量化选择提供参考。**方法** 采用回顾性研究,纳入2021年1月1日—2023年8月1日在山东省戴庄医院住院治疗的、符合《国际疾病分类(第10版)》(ICD-10)任一精神障碍诊断标准且接受MECT治疗的患者1 446例,收集其一般资料及临床资料,包括IST、诊断类别、性别、民族、年龄、体质量、体质量指数(BMI)、病程、精神疾病家族史、是否首发、治疗前一天是否服用抗癫痫药物、治疗前一天是否服用苯二氮䓬类药物以及是否有MECT治疗史。采用Pearson相关分析检验患者IST与年龄、身高、体质量、BMI、病程的相关性;采用多元线性逐步回归分析考查患者IST的影响因素。**结果** ①不同性别、是否首发、治疗前一天是否服用抗癫痫药物、治疗前一天是否服用苯二氮䓬类药物的患者IST比较,差异均有统计学意义(t=2.256、-3.059、-2.136、-3.006,P<0.05或0.01);不同年龄段、不同诊断类别的患者IST比较,差异均有统计学意义(F=913.120、6.212,P均<0.01)。②在青年人群中,不同诊断类别的患者IST比较,差异有统计学意义(F=2.986,P<0.05)。③相关分析结果显示,患者的IST与年龄、体质量、BMI、病程均呈正相关(r=0.886、0.055、0.184、0.456,P<0.05或0.01),与身高呈负相关(r=-0.183,P<0.01)。④多元线性逐步回归分析结果显示,年龄、性别、体质量是IST的影响因素(β=0.888、-0.049、-0.035,P均<0.01)。**结论** 年龄、性别、体质量可能是精神障碍患者IST的影响因素。

【关键词】 改良电休克治疗;精神障碍;初始癫痫发作阈值;影响因素

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

微信扫描二维码
听独家语音释文
与作者在线交流

中图分类号:R749 文献标识码:A doi:10.11886/scjsws20241101001

Analysis of factors correlating with the initial seizure threshold in modified electroconvulsive therapy for patients with mental disorders

Li Yingyin[1,2], *Yang Peng*[2], *Wang Meijie*[2], *Shi Yajie*[2], *Li Yanfei*[2], *Li Kun*[2], *Zhang Xiaoming*[2*]

(1. *Jining Medical University*, *Jining* 272051, *China*;

2. *Shandong Daizhuang Hospital*, *Jining* 272051, *China*

**Corresponding author*: *Zhang Xiaoming*, *E-mail*: *zjy*112323@*sina.com*)

【**Abstract**】 **Background** Modified electroconvulsive therapy (MECT) is a common front-line strategy widely used in psychiatric practice, and the optimal first stimulus dosage in MECT is usually estimated clinically based on the factors influencing the patient's initial seizure threshold (IST). However, previous studies on the influencing factors of IST have mostly suffered from limitations such as small sample sizes and single-dimensional research perspectives. **Objective** To explore the factors influencing IST in MECT for patients with mental disorders, so as to provide references for stimulus dosing strategies in MECT for the patients. **Methods** A retrospective study was used to include 1 446 inpatients fulfilling the diagnostic criteria for any specific mental disorder listed in the ICD-10 and receiving MECT at Shandong Daizhuang Hospital from January 1, 2021 to August 1, 2023. Their general and clinical data were collected, including IST, psychiatric diagnostic categories, gender, ethnicity, age, body weight, body mass index (BMI), course of disease, family history of psychiatric disorders, first episode status, use of antiepileptic drugs the day before treatment, use of benzodiazepines the day before treatment, and previous MECT treatment history. Pearson correlation analysis was

基金项目:2024年济宁市重点研发计划项目(项目名称:精神障碍患者行无抽搐电休克治疗(MECT)首次能量阈值选择的预测研究,项目编号:2024YXNS202)

utilized to test the correlation of IST with age, height, body weight, BMI, and course of disease, and stepwise multivariate linear regression analysis was performed to identify the factors affecting IST. **Results** IST yielded statistical difference among patients in terms of gender, first episode status, use of antiepileptic drugs the day before treatment, and use of benzodiazepines the day before treatment (t=2.256, −3.059, −2.136, −3.006, P<0.05 or 0.01). IST in patients of different ages and psychiatric diagnostic categories also demonstrated statistical difference (F=913.120, 6.212, P<0.01). Within young population, IST varied significantly based on the psychiatric diagnostic categories (F=2.986, P<0.05). Correlation analysis indicated that IST was positively correlated with age, body weight, BMI and course of disease (r=0.886, 0.055, 0.184, 0.456, P<0.05 or 0.01), and negatively correlated with height (r=−0.183, P<0.01). Stepwise multivariate linear regression analysis revealed that age, gender, and body weight were influencing factors of IST (β=0.888, −0.049, −0.035, P<0.01). **Conclusions** Age, gender and body weight may be factors influencing IST in MECT for patients with mental disorders. [Funded by Key R&D Plan Projects of Jining City in 2024 (number, 2024YXNS202)]

【Keywords】 Modified electroconvulsive therapy; Mental disorders; Initial seizure threshold; Influencing factor

改良电休克治疗(modified electroconvulsive therapy, MECT)已在精神科临床中广泛应用,其能快速缓解患者的精神症状并防止暴力、自杀自伤行为,是治疗严重精神障碍的有效方法之一[1-3]。但MECT会引起患者认知功能损伤,其损伤程度和治疗效果与MECT刺激剂量有关,目前可维持疗效且认知功能损害最小化的MECT最佳刺激剂量尚不明确[4]。最佳刺激剂量需依据患者的初始癫痫发作阈值(initial seizure threshold, IST)进行调整,IST可反映患者对电刺激的敏感性,与治疗效果和不良反应密切相关。目前,国内外临床用于确定首次MECT最佳刺激剂量的方法均不理想[5-6]。国内有能量百分比法和基准法[7];国外有剂量滴定法、固定高剂量法等多种方案[5],但尚无一种方法能够在首次治疗中精准确定最佳刺激剂量[5]。刺激剂量过低,可能导致癫痫不发作或发作不充分,有心动过缓、心搏停止等风险[8];刺激剂量过高虽易诱发癫痫充分发作,但会增加副反应与并发症的发生风险[9-10]。

既往研究表明,患者的年龄和性别是IST的影响因素[11-14],临床医师通常根据患者的年龄和性别粗略估计首次MECT的刺激剂量[5,7]。临床使用的MECT刺激剂量以能量为单位[15],按滴定程序,部分患者经多次刺激也难以诱发癫痫充分发作,适用性差。因患者具体IST未知,很难在行首次MECT时快速、精准地给出最佳刺激剂量[12,16-18]。因此,探索精神障碍患者IST的影响因素尤为必要,但目前关于精神障碍患者IST影响因素的研究尚不充分。根据临床医师经验及查阅文献,本研究假设精神障碍患者的诊断类别、性别、民族、年龄、身高、体质量、体质量指数(body mass index, BMI)、病程、精神疾病家族史、是否首发、治疗前一天是否服用抗癫痫药物或苯二氮䓬类药物、是否有MECT治疗史是其IST的影响因素。本研究通过回顾性选取接受MECT治疗的精神障碍患者为研究对象,探寻IST的影响因素,为精神障碍患者MECT的IST量化选择提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象

本研究为回顾性研究。连续选取2021年1月1日—2023年8月1日在山东省戴庄医院住院并接受MECT治疗的精神障碍患者为研究对象。根据公式 $n=\frac{Z_{\alpha}^{2}*P*(1-P)}{\delta^{2}}$ 计算样本量,其中 n 为样本量,Z_{α} 为显著性水平为 α 时对应的 Z 值,α=0.05,双侧检验 $Z_{\alpha/2}$=1.96,P 为既往住院精神障碍患者MECT执行率;δ 为容许误差。通过预调查估计总体概率 P≈12%,容许误差 δ≈0.15×P,计算得出所需样本量为1 253。入组标准:①符合《国际疾病分类(第10版)》(International Classification of Diseases, tenth edition, ICD-10)任一精神障碍诊断标准,且在住院期间经三级医师查房明确诊断;②符合MECT适应症者;③根据MECT治疗记录单能够准确判断IST者;④住院资料及MECT资料完整者。排除标准:①首次MECT诱发充分癫痫发作且全疗程未增加能量,无法确定IST者;②首次MECT诱发充分癫痫发作且后续能量递减至某值时发作良好,无法确定IST者;③首次MECT诱发充分癫痫发作,期间1~2次未发作或发作不佳,经能量滴定后发作良好但仍无法确定IST者;④全程未诱发充分癫痫发作而终止治疗者;⑤首次MECT诱发癫痫充分发作,但因不能耐受副作用或并发症而终止治疗者。符合入组标准且不符合排除标准共1 446例。本研究通过山东省戴庄医院伦理委员会审查(批准文号:202311KS-1)。

1.2 一般资料及临床资料收集

通过山东省戴庄医院电子病历系统收集患者资料。根据经验及查阅文献，收集13种可能影响IST的指标，包括诊断类别、性别、民族、年龄、身高、体质量、BMI、病程、精神疾病家族史、是否首发、治疗前一天是否服用抗癫痫药物、治疗前一天是否服用苯二氮䓬类药物、是否有MECT治疗史。根据ICD-10精神障碍诊断标准，诊断类别包括以下8类：①精神分裂症；②双相情感障碍（包括混合发作、躁狂发作、抑郁发作）；③抑郁障碍（包括首发与复发）；④焦虑障碍；⑤强迫性障碍；⑥分离（转换）性障碍；⑦躯体化障碍；⑧通常起病于童年和少年期的行为与情绪障碍。

1.3 MECT仪器设备及操作方法

采用脉醒通Ⅳ型电痉挛治疗仪（美国Somatics LLC公司，Thymatron System Ⅳ）进行MECT治疗。采用双颞侧放置电极，脉冲宽度0.5 ms，电量和通电时间根据能量参数调整，治疗全程通过多功能监护仪监测心率、血压、呼吸频率和血氧饱和度。

患者取平卧位，静脉注射阿托品0.5 mg，再静脉注射丙泊酚（1.5~2.5 mg/kg），待睫毛反射消失、眼球固定，静脉注射肌肉松弛剂0.2%氯化钠琥珀胆碱50~80 mg（0.8~1.2 mg/kg）。麻醉完成后，将涂有导电胶的电极紧贴患者双颞侧，治疗能量由精神科医师根据患者年龄等指标进行选择，并将单通道脑电图（electroencephalography，EEG）机器（上海光电医用电子仪器有限公司，EEG-1200C）连接患者额部监测患者EEG，以癫痫充分发作为治疗成功的标准。通过EEG（持续时间≥20秒）及临床观察（眼角、口周及双下肢末端肌肉抽动现象）判断癫痫充分发作情况，依据多峰活动、三峰活动、峰后抑制三种EEG模式评估癫痫发作质量。MECT前3次每日1次，后隔日1次，8~12次为1疗程。

根据MECT说明书、改良电休克专家共识及本院MECT工作者的临床实践经验，采用经验年龄滴定法，按患者年龄减少5%~10%确定首次MECT刺激剂量，若首次未诱发癫痫充分发作，则下次以5%为增量值逐次滴定，避免单次连续多次滴定刺激带来的认知副作用[9-10]。若滴定到较高能量仍无法诱发癫痫充分发作，则终止MECT。

1.4 IST的确定方法

通过电子病历系统中MECT记录，收集患者行MECT的能量参数值及发作持续时间，判断患者行MECT时首次诱发癫痫充分发作的能量（即IST）。IST的确定由两位主治及以上职称的精神科医师进行复核并取得一致性。只有以下情况可寻找到IST：经能量滴定，前几次诱发癫痫发作不成功或不充分，直至达到某一能量值时发作良好，此后维持该能量值且发作持续良好（或持续发作良好几次后发作较差，再次滴定后发作较好）。

1.5 统计方法

使用SPSS 24.0进行统计分析。计数资料以[n(%)]表示；计量资料经Shapiro-Wilk检验均符合正态分布，以($\bar{x}\pm s$)表示。两组间比较采用独立样本t检验，多组间比较采用单因素方差分析，事后检验采用LSD法。采用Pearson相关分析检验患者年龄、身高、体质量、BMI、病程与IST的相关性。将差异分析和相关分析中有统计学意义的指标作为自变量，以患者的IST作为因变量，采用多元线性逐步回归分析探讨患者IST的影响因素。检验水准α=0.05。

2 结　果

2.1 基本资料

本研究共纳入1 446例患者。患者年龄(31.45±14.20)岁；身高(166.04±9.04)cm；体质量(66.71±12.94)kg；BMI(24.18±4.24)；男性608例(42.05%)，女性838例(57.95%)；汉族1 436例(99.31%)，少数民族10例(0.69%)；患者平均IST(35.15±13.76)%；病程(6.71±7.87)年；精神疾病家族史阳性356例(24.62%)，阴性1 090例(75.38%)；首次发病812例(56.15%)，复发634例(43.85%)；治疗前一天服用抗癫痫药物524例(36.24%)，治疗前一天未服用抗癫痫药物922例(63.76%)；治疗前一天服用苯二氮䓬类药物625例(43.22%)，治疗前一天未服用苯二氮䓬类药物821例(56.78%)；有MECT治疗史92例(6.36%)，无MECT治疗史1 354例(93.64%)；精神分裂症患者407例(28.15%)，双相情感障碍患者399例(27.59%)，抑郁障碍患者494例(34.16%)，焦虑障碍患者12例(0.83%)，强迫性障碍患者12例(0.83%)，分离（转换）性障碍患者93例(6.43%)，躯体化障碍患者6例(0.41%)，通常起病于童年和少年期的行为与情绪障碍患者23例(1.59%)。

2.2 不同特征的患者IST比较

不同性别、是否首发、治疗前一天是否服用抗癫痫药物、治疗前一天是否服用苯二氮䓬类药物的

患者 IST 比较，差异均有统计学意义（t=2.256、−3.059、−2.136、−3.006，P<0.05 或 0.01）。不同年龄段、不同诊断类别的患者 IST 比较，差异均有统计学意义（F=913.120、6.212，P 均<0.01）。见表 1。

表 1　不同特征的患者 IST 比较（$\bar{x}\pm s$，%）

Table 1　Comparison of IST among patients with different characteristics

项　目	IST	t/F	P	LSD 检验
性别		2.256	0.024	−
男性	36.11±13.62			
女性	34.46±13.82			
年龄段		913.120	<0.010	
①青少年（<18 岁）	22.29±7.10			
②青年（18~40 岁）	31.00±8.40			④>③>②>①
③中年（41~65 岁）	52.61±8.07			
④老年（>65 岁）	69.92±5.19			
民族		0.242	0.809	−
汉族	35.14±13.73			
少数民族	36.20±17.98			
精神疾病家族史		−0.357	0.721	−
阳性	35.38±14.00			
阴性	35.08±13.68			
是否首发		−3.059	0.002	−
是	34.17±13.50			
否	36.40±13.99			
治疗前一天是否服用抗癫痫药物		−2.136	0.033	−
是	36.17±13.72			
否	34.57±13.75			
治疗前一天是否服用苯二氮䓬类药物		−3.006	0.003	−
是	36.40±14.26			
否	34.19±13.29			
是否有 MECT 治疗史		−0.135	0.893	−
是	35.34±14.12			
否	35.14±13.74			
诊断		6.212	<0.010	
①精神分裂症	35.67±12.11			
②双相情感障碍	35.64±13.29			
③抑郁障碍	33.73±14.87			①>③⑧
④焦虑障碍	43.33±15.42			②>③⑧
⑤强迫性障碍	30.00±14.92			③>⑧
⑥分离（转换）性障碍	40.27±14.23			④>③⑤⑧ ⑥>①②③⑤⑧
⑦躯体化障碍	42.50±7.58			⑦>⑧
⑧通常起病于童年和少年期的行为与情绪障碍	23.83±11.15			

注：IST，初始癫痫发作阈值；MECT，改良电休克治疗

2.3　不同年龄段中，不同诊断的患者 IST 比较

在青少年（<18 岁）、中年（41~65 岁）及老年（≥66 岁）患者中，不同诊断的患者 IST 比较，差异均无统计学意义（F=0.638、1.199、1.058，P 均>0.05）。在青年（18~40 岁）患者中，不同诊断的患者 IST 比较，差异有统计学意义（F=2.986，P<0.05）。LSD 结果显示，精神分裂症、双相情感障碍患者 IST 均高于抑郁障碍患者，差异均有统计学意义（P 均<0.05）；强迫性障碍患者 IST 均高于精神分裂症、双相情感障碍、抑郁障碍、分离（转换）性障碍及通常起病于童年和少年期的行为与情绪障碍患者，差异均有统计学意义（P 均<0.05）；分离（转换）性障碍患者的 IST 高于抑郁障碍及通常起病于童年和少年期的行为与情绪障碍患者，差异均有统计学意义（P 均<0.05）。见表 2。

表 2　不同年龄段中，不同诊断的患者 IST 比较（$\bar{x}\pm s$，%）

Table 2　Comparison of IST among patients with different psychiatric diagnostic categories in different age groups

诊　断	IST			
	青少年	青年	中年	老年
①精神分裂症	22.4±5.42	31.50±8.02	51.50±7.67	−
②双相情感障碍	23.09±6.86	31.35±8.35	53.24±8.77	66.67±5.77
③抑郁障碍	21.75±6.72	29.35±8.22	52.50±8.16	70.00±5.00
④焦虑障碍	−	33.33±11.55	58.00±4.47	−
⑤强迫性障碍	23.00±7.58	42.50±20.21	−	−
⑥分离（转换）性障碍	20.83±4.92	31.98±9.08	53.97±6.94	75.00±0
⑦躯体化障碍	−	35.00±7.07	50.00±10.00	−
⑧通常起病于童年和少年期的行为与情绪障碍	24.19±11.62	20.00±0	−	−
F	0.638	2.986	1.199	1.058
P	0.671	0.004	0.309	0.383
LSD 检验	−	①>③ ②>③ ⑤>①②③⑥⑧ ⑥>③⑧	−	−

注：IST，初始癫痫发作阈值

2.4　相关分析

精神障碍患者的 IST 与年龄呈正相关（r=0.886，P<0.01），与身高呈负相关（r=−0.183，P<0.01），与体质量和 BMI 均呈正相关（r=0.055、0.184，P<0.05 或 0.01），与病程呈正相关（r=0.456，P<0.01）。

2.5　IST 影响因素的多元线性逐步回归分析

以 IST 为因变量，将诊断类别、性别（男性=1，女性=2）、年龄、身高、体质量、BMI、病程、是否首发、治疗前一天是否服用抗癫痫药物、治疗前一天是否服用苯二氮䓬类药物为自变量，进行多元线性逐步回归分析。结果显示，年龄（β=0.888，P<0.01）、性别（β=−0.049，P<0.01）、体质量（β=−0.035，P<0.01）是精神障碍患者 IST 的影响因素，对 IST 的解释率为 78.80%。见表 3。

表3 IST影响因素的多元线性逐步回归分析

Table 3 Stepwise multivariate linear stepwise regression analysis of influencing factors of IST

变量	*B*	*SE*	*β*	*t*	*P*	容差	*VIF*
常数	12.697	1.330	-	9.549	<0.010	-	-
年龄	0.861	0.012	0.888	73.012	<0.010	0.994	1.006
性别	-1.351	0.368	-0.049	-3.672	<0.010	0.842	1.187
体质量	-0.037	0.014	-0.035	-2.642	0.008	0.838	1.194

3 讨 论

本研究通过对1 446例精神障碍患者的IST进行回顾性分析，结果显示，年龄、性别和体质量可能是精神障碍患者IST的影响因素。

差异分析结果显示，男性精神障碍患者IST高于女性，与既往研究结果一致[11-14]，其差异可能与性激素水平、神经生理结构以及药物代谢的性别差异有关[18]。不同年龄段的患者IST比较，差异有统计学意义，老年精神障碍患者IST高于其他年龄段的患者，与既往研究结果一致[12-14,19]，这可能与老年人神经系统生理功能减退、脑组织对电刺激的敏感性降低及脑脊液体积增加有关[11,20-21]。首发精神障碍患者IST低于复发患者，可能与复发患者对治疗的耐受性增加有关[11]。治疗前一天服用抗癫痫药物或苯二氮䓬类药物患者的IST较未服用者更高，与既往研究结果一致[12,22-23]。抗癫痫药物可能通过抑制神经元的兴奋性提高IST[12,24]，而苯二氮䓬类药物可能通过增强γ-氨基丁酸的作用影响IST[24]。然而，这种影响在不同研究中存在争议，部分研究认为，苯二氮䓬类药物对IST无明显影响[11,25-27]。青少年、中年及老年患者中，不同诊断类别患者的IST比较，差异无统计学意义；但在青年患者中，不同诊断类别患者的IST比较，差异有统计学意义。强迫性障碍患者的IST高于其他诊断类别患者，而抑郁障碍患者的IST相对较低，这可能与不同精神障碍的病理生理机制、患者的神经递质水平以及脑电活动的差异有关[19-20]。既往研究也指出，抑郁障碍患者的IST通常低于其他诊断类别[19]。

相关分析结果显示，年龄与精神障碍患者的IST呈正相关，随着年龄增长，患者的IST升高，这可能与年龄增长带来的神经生理功能变化有关[12-14,19]。身高与精神障碍患者的IST呈负相关，提示患者的身高越高IST越低，但目前并没检索到有文献支持身高与IST存在明显相关性。体质量与精神障碍患者的IST呈正相关，表明患者的体质量越大IST越高。体质量与身体成分和神经生理功能的关系可能影响大脑对电刺激的敏感性[20]。BMI与IST呈正相关，BMI越高，精神障碍患者的IST可能越高，可能与脂肪组织对电刺激的阻抗作用有关[20]。病程与患者的IST呈正相关，病程越长，患者的IST越高，这可能与长期精神障碍导致的神经生理改变有关[20]。

回归分析结果显示，年龄、性别和体质量可能是精神障碍患者IST的影响因素，对IST的解释率为78.8%。提示在临床实践中，这三个因素对患者接受改良电休克治疗时所需的IST有重要影响，可根据患者年龄、性别和体质量对MECT首次最佳刺激剂量进行合理估计，以期在治疗中更好地平衡疗效与不良反应。

综上所述，患者年龄、体质量、性别可能是精神障碍患者IST的影响因素。本研究局限性：①由于MECT癫痫易发作患者与难发作患者的界定仍不清楚[28-29]，未将易发作患者与难发作患者分别讨论；②样本仅来源于一所医院，研究结论的外推性受限。

参考文献

[1] Kaliora SC, Zervas IM, Papadimitriou GN. Electroconvulsive therapy: 80 years of use in psychiatry[J]. Psychiatriki, 2018, 29(4): 291-302.

[2] Osler M, Rozing MP, Christensen GT, et al. Electroconvulsive therapy and risk of dementia in patients with affective disorders: a cohort study[J]. Lancet Psychiatry, 2018, 5(4): 348-356.

[3] 杨楹，程小菁，王文萍，等. MECT治疗不同精神障碍患者所需刺激累计电量的差异及影响因素研究[J]. 精神医学杂志，2018, 31(4): 283-285.
Yang Y, Cheng XJ, Wang WP, et al. Research on discrepancies and influencing factors of stimulating cumulative charge needed by MECT therapy in different mental disorders[J]. Journal of Psychiatry, 2018, 31(4): 283-285.

[4] Anderson IM, Blamire A, Branton T, et al. Ketamine augmentation of electroconvulsive therapy to improve neuropsychological and clinical outcomes in depression (Ketamine-ECT): a multicentre, double-blind, randomised, parallel-group, superiority trial[J]. Lancet Psychiatry, 2017, 4(5): 365-377.

[5] Bergsholm P, Bjølseth TM. Dosing methods in electroconvulsive therapy: should the Scandinavian time-titration method be

resumed?[J] Nord J Psychiatry, 2022, 76(3): 170-176.

[6] Bjølseth TM, Engedal K, Benth JŠ, et al. Clinical efficacy of formula-based bifrontal versus right unilateral electroconvulsive therapy (ECT) in the treatment of major depression among elderly patients: a pragmatic, randomized, assessor-blinded, controlled trial[J]. J Affect Disord, 2015, 175: 8-17.

[7] 中国医师协会神经调控专业委员会电休克与神经刺激学组，中国医师协会睡眠专业委员会精神心理学组，中国医师协会麻醉学医师分会. 改良电休克治疗专家共识(2019版)[J]. 转化医学杂志, 2019, 8(3): 129-134.
Chinese Association of Neurological Regulation Commitee for Electroconvulsive Therapy and Nerve Stimulation. Chinese Association of Sleep Committee for Mental Psychology, Chinese Association of Anesthesiology. Expert consensus on modified electroconvulsive therapy (2019) [J]. Translational Medicine Journal, 2019, 8(3): 129-134.

[8] Mizen L, Morton C, Scott A. The cardiovascular safety of the empirical measurement of the seizure threshold in electroconvulsive therapy [J]. BJPsych Bull, 2015, 39 (1): 14-18.

[9] 钟刚亮，张广浩，任艳萍，等. 真实头模型中改良电休克与磁休克治疗的电场仿真分析[J]. 生物医学工程学杂志, 2018, 35(4): 564-570, 577.
Zhong GL, Zhang GH, Ren YP, et al. Electric field simulation and analysis of modified electroconvulsive therapy and magnetic seizure therapy in a realistic human head model [J]. Journal of Biomedical Engineering, 2018, 35(4): 564-570, 577.

[10] Abbott CC, Miller J, Farrar D, et al. Amplitude-determined seizure-threshold, electric field modeling, and electroconvulsive therapy antidepressant and cognitive outcomes [J]. Neuropsychopharmacology, 2024, 49(4): 640-648.

[11] Petrides G, Braga RJ, Fink M, et al. Seizure threshold in a large sample: implications for stimulus dosing strategies in bilateral electroconvulsive therapy: a report from CORE [J]. J ECT, 2009, 25(4): 232-237.

[12] Nitturkar AR, Sinha P, Bagewadi VI, et al. Effect of age and anticonvulsants on seizure threshold during bilateral electroconvulsive therapy with brief-pulse stimulus: a chart-based analysis[J]. Indian J Psychiatry, 2016, 58(2): 190-197.

[13] 翁巍骏. 多功能电休克治疗仪首次治疗时的电量选择[J]. 上海精神医学, 2002, 14(2): 80-82.
Weng WJ. Charge choice of first treatment with multi-functional ECT[J]. Shanghai Archives of Psychiatry, 2002, 14(2): 80-82.

[14] 刘琦，孔庆梅，高淑贞，等. 电休克治疗初始惊厥阈值的相关因素分析[J]. 中华精神科杂志, 2007, 40(2): 103.
Liu Q, Kong QM, Gao SZ, et al. Analysis of related factors of initial seizure threshold in electroconvulsive therapy[J]. Chinese Journal of Psychiatry, 2007, 40 (2): 103.

[15] Nilsen SM, Willis KW, Pettinati HM. Initial impression of two new brief-pulse electroconvulsive therapy machines[J]. Convuls Ther, 1986, 2(1): 43-54.

[16] Lemasson M, Rochette L, Galvão F, et al. Pertinence of titration and age-based dosing methods for electroconvulsive therapy: an international retrospective multicenter study [J]. J ECT, 2018, 34(4): 220-226.

[17] Yeap S, Gupta NK, Gill S, et al. Seizure EEG quality in right unilateral ultrabrief ect[J]. J ECT, 2023, 39(2): 106-110.

[18] Sackeim HA, Decina P, Portnoy S, et al. Studies of dosage, seizure threshold, and seizure duration in ECT [J]. Biol Psychiatry, 1987, 22(3): 249-268.

[19] Isenberg KE, Dinwiddie S, Heath AC, et al. Effect of electrical parameters on ECT convulsive threshold and duration [J]. Ann Clin Psychiatry, 2016, 28(2): 105-116.

[20] Jeong SH, Youn T, Lee Y, et al. Initial seizure threshold in brief-pulse bilateral electroconvulsive therapy in patients with schizophrenia or schizoaffective disorder[J]. Psychiatry Investig, 2019, 16(9): 704-712.

[21] van Waarde JA, van Oudheusden LJ, Tonino BA, et al. MRI characteristics predicting seizure threshold in patients undergoing electroconvulsive therapy: a prospective study[J]. Brain Stimul, 2013, 6(4): 607-614.

[22] Wild B, Eschweiler GW, Bartels M. Electroconvulsive therapy dosage in continuation/maintenance electroconvulsive therapy: when is a new threshold titration necessary?[J] J ECT, 2004, 20 (4): 200-203.

[23] de Arriba-Arnau A, Dalmau Llitjos A, Soria V, et al. Factors predicting ictal quality in bilateral electroconvulsive therapy sessions[J]. Brain Sci, 2021, 11(6): 781.

[24] Tang VM, Pasricha AN, Blumberger DM, et al. Should benzodiazepines and anticonvulsants be used during electroconvulsive therapy? : A case study and literature review [J]. J ECT, 2017, 33(4): 237-242.

[25] Chung KF. Determinants of seizure threshold of electroconvulsive therapy in Chinese[J]. J ECT, 2006, 22(2): 100-102.

[26] Gangadhar BN, Girish K, Janakiramiah N, et al. Formula method for stimulus setting in bilateral electroconvulsive therapy: relevance of age[J]. J ECT, 1998, 14(4): 259-265.

[27] Gálvez V, Loo CK, Alonzo A, et al. Do benzodiazepines moderate the effectiveness of bitemporal electroconvulsive therapy in major depression?[J] J Affect Disord, 2013, 150(2): 686-690.

[28] Chiao S, Isenberg K, North CS. Psychotropic medication effects on seizure threshold and seizure duration during electroconvulsive therapy stimulus titration[J]. J ECT, 2020, 36 (2): 115-122.

[29] Chi SH, Jeong HG, Lee S, et al. Effects of psychotropic drugs on seizure threshold during electroconvulsive therapy[J]. Psychiatry Investig, 2017, 14(5): 647-655.

(收稿日期:2024-11-01)
(本文编辑:陈 霞)