·临床研究·

经颅直流电刺激联合功能性电刺激踏车对脑卒中早期患者下肢运动功能的影响

耿姣姣[1,2]　夏燕萍[2]　钮晨佳[1]　朱新新[1]　韩立影[1]　吴炜[1]　刘沙沙[1]　高敏[2]　苏敏[1]

[1]苏州大学附属第一医院康复医学科,苏州　215006; [2]江苏医药职业学院康复医学院,盐城 224005

通信作者:苏敏,Email:sumin@ suda.edu.cn

【摘要】 **目的**　观察经颅直流电刺激(tDCS)联合功能性电刺激踏车对脑卒中早期患者下肢运动功能的影响。**方法**　选脑卒中早期患者 37 例,按随机数字表法分为 tDCS 治疗组 18 例和伪刺激组 19 例。在给予常规康复训练和临床药物治疗的基础上,tDCS 治疗组在采用 tDCS 阳极刺激运动皮质 M1 区的同步进行功能性电刺激踏车(FES-cycling)训练,伪刺激组则在 tDCS 伪刺激模式下同步进行 FES-cycling 锻炼,2 组患者均连续治疗 4 周。于治疗前和治疗 4 周后,采用 Fugl-Meyer 下肢运动功能评定量表(FMA-LE)、"起立-行走"计时测试(TUGT)和改良 Barthel 指数(MBI)分别对 2 组患者的下肢运动功能、步行能力和日常生活活动能力进行评估;并通过经颅磁刺激(TMS)检测其下肢初级运动皮质(M1 区)大脑皮质运动阈值(CMT)和运动诱发电位(MEP)。**结果**　治疗 4 周后,2 组患者的 FMA-LE、MBI 评分和 TUGT 与组内治疗前比较,均显著改善,差异均有统计学意义($P<0.05$),且 tDCS 治疗组治疗 4 周后的 FMA-LE 评分和 TUGT 分别为(28.28±2.72)分和(18.04±3.09)s,与伪刺激组治疗 4 周后比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。治疗 4 周后,2 组患者的 CMT、CL、CMCT 较组内治疗前均显著降低($P<0.05$),Amp 则显著提高,差异均有统计学意义($P<0.05$),且 tDCS 治疗组治疗 4 周后的 CMT、Amp、CL、CMCT 与伪刺激组治疗 4 周后比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。**结论**　经颅直流电刺激(tDCS)联合功能性电刺激脚踏车训练可有效兴奋脑卒中早期患者运动皮质的兴奋性,促进脑神经功能恢复及下肢功能的改善。

【关键词】 经颅直流电刺激;　功能性电刺激踏车;　脑卒中早期;　下肢;　运动功能

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81672244);国家重点研发计划(2017YFC4300);苏州市民生科技关键技术研究项目(SS2019051)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.04.005

Transcranial direct current stimulation combined with functional electrical stimulation-assisted cycling promote the recovery of lower extremity motor function early after stroke

Geng Jiaojiao[1,2], Xia Yanping[2], Niu Chenjia[1], Zhu Xinxin[1], Han Liying[1], Wu Wei[1], Liu Shasha[1], Gao Min[2], Su Min[1]

[1]Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China; [2]Faculty of Rehabilitation Medicine, Jiangsu Vocational College of Medicine, Yancheng 224005, China

Corresponding author: Su Min, Email: sumin@suda.edu.cn

【**Abstract**】 **Objective**　To observe the effect of combining transcranial direct current stimulation (tDCS) with functional electrical stimulation-assisted cycling (FES-cycling) on lower limb motor function early after a stroke. **Methods**　Thirty-seven survivors of a recent stroke were divided into a tDCS treatment group ($n=18$) and a pseudo-stimulation group ($n=19$). While receiving routine rehabilitation training and clinical drug treatment, the tDCS treatment group also cycled in response to functional electrical stimulation while simultaneously receiving tDCS anode stimulation of the motor cortex M1 area. The pseudo-stimulation group followed the same protocol but with the tDCS stimulation inactivated. Both groups were treated for 20min daily, 5 days weekly for 4 weeks. Before and after the 4 weeks of treatment, the lower limb motor function, walking ability and ability in the activities of daily living of both groups were evaluated using the Fugl-Meyer assessment scale for the lower extremities (FMA-LE), the timed up and go test (TUGT) and the modified Barthel index (MBI) respectively. Transcranial magnetic stimulation was used to detect each subject's cerebral cortex motor threshold (CMT), cortical latency (CL) and central motor conduction time (CMCT) as well as the amplitude (Amp) of the motor evoked potential of the lower limb primary motor cortex (M1 area). **Results**　After 4 weeks of treatment, the average FMA-LE and MBI scores and TUGT times of the two groups

had improved significantly compared with those before treatment. The average FMA-LE score and TUGT time of the tDCS group were significantly better than those of the pseudo-stimulation group. The average CMT, CL and CMCT in both groups were significantly lower than those before the intervention, while the average Amp had increased significantly, but there were significant differences in the average CMT, Amp, CL and CMCT between the two groups after the 4 weeks of treatment. **Conclusions** Transcranial direct current stimulation combined with cycling assisted by functional electrical stimulation can effectively stimulate excitability in the motor cortex soon after a stroke. That should promote the recovery of nerve activity and lower limb function.

【Key words】 Transcranial direct current stimulation; Functional electrical stimulation; Cycling; Stroke; Lower limbs; Motor function

Funding: National Natural Science Foundation of China (81672244); China's National Key Research and Development Program (2017YFC4300); A Key Science and Technology Research Project for People's Livelihood in Suzhou (SS2019051)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.04.005

脑卒中后患者的功能障碍涉及感觉、运动、精神和心理等多方面,其中脑卒中后下肢功能障碍患者常因下肢肌力或肌张力异常致使其站立和行走能力受限,且下肢功能康复已然成为脑卒中患者亟须解决的重要问题[1]。

研究证实,经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)可通过两个电极(阳极和阴极)在大脑皮质传递直接恒定的微电流,调制受刺激区域皮质神经元静息膜电位并调节其兴奋性,促进脑神经功能的恢复[2]。tDCS 作为一种无创性脑刺激技术已被广泛应用于脑卒中、脊髓损伤、抑郁症、物质成瘾等疾病的康复治疗,并取得了较好的疗效[3]。近年来,功能性电刺激踏车(functional electrical stimulation assisted cycling, FES-cycling)的研究逐渐升温,其在脑卒中患者急性期[4]和慢性期[5]下肢功能恢复中的价值已得到证实。本研究通过对脑卒中早期患者采用 tDCS 联合 FES-cycling 训练进行干预,旨在观察并分析 tDCS 联合 FES-cycling 对脑卒中患者中枢神经系统和下肢运动功能的影响。

资料与方法

一、临床资料

纳入标准:①符合脑血管疾病诊断标准[6],并经影像学检查(CT 或 MRI)确诊;②首次发病、单侧瘫痪的脑梗死或出血患者;③病情稳定,发病 2 周以内;④下肢 Brunnstrom 分期Ⅱ~Ⅳ期;⑤股四头肌肌力≤3 级;⑥下肢痉挛(改良 Ashworth)<2 级;⑦可维持坐位时间>20 min;⑧患者自愿同意参与本研究,并签署知情同意书。

排除标准:①生命体征不稳定;②颅内或治疗区域有金属或电子植入物;③急性大面积梗死、脑肿瘤、颅内压增高、未控制的癫痫等;④治疗区域皮肤破损或痛觉过敏;⑤严重心肺疾病患者;⑥孕妇;⑦因认知障碍、精神心理障碍等不能理解治疗方法和(或)不能配合操作;⑧不能久坐,维持坐位时间≤20 min。

选取 2018 年 12 月至 2019 年 6 月在苏州大学附属第一医院康复医学科接受诊治的脑卒中患者 37 例,按随机数字表法分 tDCS 治疗组 18 例和伪刺激组 19 例。2 组患者的性别、平均年龄、平均病程、病变性质和偏瘫侧等一般资料组间比较,差异均无统计学意义(P>0.05),详见表 1。本研究经苏州大学附属第一医院伦理学会批准,编号为(2019)伦审批第 008 号。

二、治疗方法

2 组患者均给予常规康复锻炼和临床药物治疗等基础处理。tDCS 治疗组采用 tDCS 联合 FES-cycling 训练,伪刺激组则采用假 tDCS 刺激联合 FES-cycling 训练。

1.常规康复治疗包括:关节活动范围训练、体位转移训练、重心转移训练、骨盆及躯干控制训练、站立及行走训练、平衡协调训练、神经生理学疗法等。

2.tDCS 训练方法:选用深圳产的 tDCS-TDC01 型经颅直流电刺激仪,在两片橡胶电极(50 mm×70 mm)下垫上生理盐水海绵,将阳性电极置于患侧大脑初级运动皮质M1区(国际EEG10-20电极导联),阴性电

表 1　2 组患者一般资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄(岁,$\bar{x}\pm s$)	平均病程(d,$\bar{x}\pm s$)	病变性质(例)		偏瘫侧(例)	
		男	女			脑出血	脑梗死	左	右
tDCS 治疗组	18	13	5	60.50±13.21	12.11±2.08	1	17	9	9
伪刺激组	19	12	7	57.37±13.16	11.84±1.83	2	17	7	12

极置于对侧眼眶上方区域[7]，电流强度设置为 1.4 mA。伪刺激组 tDCS 电极放置方式、刺激时间、疗程与上述方案一致，但在进行 tDCS 治疗时将模式设置在伪刺激模式，即电流在 10 s 内升至1.4 mA，以提供类似于真实的 tDCS 阳极的感官刺激，随后电流自动降为0 mA至结束。

3.FES-cycling 训练方法：将 4 组功能性电刺激（functional electrical stimulation，FES）表面电极贴于股四头肌、腘绳肌、臀大肌和胫前肌，评估患者 FES 刺激最大值和最小值，以获取最佳刺激强度范围，训练参数为方波，频率 20 Hz，最大脉冲幅度 127 mA，脉冲宽度 300 μs。该 FES-cycling 训练系统根据可患者自身情况，智能调节刺激强度、训练阻力和主被动模式。2 组患者均每日在 tDCS 治疗的同时进行 FES-cycling 训练，每日联合训练 1 次，每次训练 20 min，1 周训练5 d，连续训练 4 周。

4.注意事项：治疗前，治疗师需告知患者 tDCS 的潜在副作用，如刺痛、烧灼感、头晕、头痛、恶心和皮肤灼伤等；治疗过程中，应注意观察电极片下的皮肤反应，避免灼伤。

三、疗效评定方法及标准

于治疗前和治疗 4 周后对 2 组患者的下肢功能、步行功能、日常生活活动能力和运动皮质兴奋性进行评估。评估均由通过专业培训的康复医师于双盲状态下完成。

1.下肢运动功能评定：选用 Fugl-Meyer 下肢运动功能量表（Fugl-Meyer assessment scale for lower extremity，FMA-LE）[8]，FMA-LE 涉及 7 项操作，共 17 小项，包括下肢协同运动、分离运动、协调与速度、反射活动等方面，每项评分 0~2 分，下肢部分共 34 分，分数越高则下肢功能越好。

2.“起立-行走”计时测试（timed up and go test，TUGT）[9]：让患者坐在有扶手的椅子上，记录其从椅子上站起向前行走（可借助助行器）3 m 后返回并坐回椅子上的时间（单位为 s）。用时越少则步行能力越好。

3.日常生活活动能力评估：采用改良的 Barthel 指数（modified Barthel index，MBI）[10]进行评估。该量表包含更衣、修饰、进食、洗澡、行走、床椅转移、用厕等 10 项基础日常生活活动，按照独立程度分 1~5 共 5 个等级，1 级最低，5 级最高，根据患者完成情况确定级别并打分，满分为 100 分，分数越高则日常生活活动能力越好。

4.运动皮质兴奋性评估：采用运动诱发电位（motor evoked potential，MEP）进行检测，选经颅磁刺激（transcranial magnetic stimulation，TMS）方式，采用丹麦 Medtronic 公司生产的 MagPro R30 型磁刺激器（最大输出 3.0T）进行刺激。定位参照国际 EEG10-20 电极导联标准，磁刺激点选取 Cz 点（下肢运动皮质区）和上腰段神经根，用表面电极于患侧胫前肌（tibialis anterior，TA）上记录，参考电极贴于胫前肌肌腱上，地线固定在脚踝或两电极之间。磁刺激时可适当移动以获得最佳刺激点，保证运动诱发电位（motor evoked potential，MEP）的可信度。记录患者大脑皮质运动阈值（cortical motor threshold，CMT）和 MEP 的波幅（amplitude，Amp）、皮质潜伏期（cortical latency，CL），并依据 CL 和刺激上腰段神经根在 TA 记录的外周潜伏期的差值得到中枢运动传导时间（central motor conduction time，CMCT）[11]。

四、统计学分析

采用 SPSS 19.0 版统计学软件对本研究所得数据进行分析，计量数据采用 t 检验进行分析，用（$\bar{x}\pm s$）表示，计数资料用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结　　果

一、2 组患者治疗前和治疗 4 周后的 FMA-LE、TUGT、MBI 评估结果比较

治疗前，2 组患者的 FMA-LE、TUGT、MBI 组间比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。治疗 4 周后，2 组患者的 FMA-LE、TUGT、MBI 较组内治疗前均显著改善，差异均有统计学意义（$P<0.05$），且治疗 4 周后，tDCS 治疗组的 FMA-LE、TUGT 与伪刺激组治疗 4 周后比较，差异均有统计学意义（$P<0.05$），而 2 组间 MBI 评分比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），详见表 2。

表 2　2 组治疗前和治疗 4 周后 FMA-LE、TUGT、MBI 评分比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	例数	FMA-LE（分）	TUGT（s）	MBI（分）
tDCS 治疗组				
治疗前	18	17.94±2.57	30.05±4.05	41.50±9.12
治疗 4 周后	18	28.28±2.72[ab]	18.04±3.09[ab]	70.06±11.18[a]
伪刺激组				
治疗前	19	18.05±2.71	29.89±3.93	42.21±8.40
治疗 4 周后	19	24.11±3.36[a]	22.56±4.74[a]	63.95±10.29[a]

注：与组内治疗前比较，[a]$P<0.05$；与伪刺激组治疗 4 周后比较，[b]$P<0.05$

二、2 组治疗前和治疗 4 周后 TMS 检测结果比较

治疗前，2 组患者的 MEP 各项结果组间比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。治疗 4 周后，2 组患者的 CMT、CL、CMCT 较组内治疗前均显著降低（$P<0.05$），Amp 则显著提高，差异均有统计学意义（$P<0.05$），且 tDCS 治疗组治疗 4 周后的 CMT、Amp、CL、CMCT 与伪刺激组治疗 4 周后比较，差异均有统计学意义（$P<0.05$），详见表 3。

表 3　2 组患者治疗前和治疗 4 周后 TMS 检测结果比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	CMT(%)	Amp(μV)	CL(ms)	CMCT(ms)
tDCS 治疗组					
治疗前	18	69.21±13.29	24.77±8.29	34.56±2.57	23.10±1.62
治疗 4 周后	18	55.02±6.55[ab]	81.94±13.09[ab]	31.04±1.76[ab]	20.01±1.22[ab]
伪刺激组					
治疗前	19	68.35±13.12	25.42±9.37	35.39±2.35	23.21±1.57
治疗 4 周后	19	61.42±9.19[a]	51.68±10.88[a]	33.42±2.00[a]	21.37±1.53[a]

注:与组内治疗前比较,[a]$P<0.05$;与伪刺激组治疗 4 周后比较,[b]$P<0.05$

讨　论

本研究结果显示,tDCS 治疗组患者在接受 4 周的 tDCS 联合 FES-cycling 治疗后,其 FMA-LE、TUGT、CMT、Amp、CL、CMCT 较组内治疗前显著改善,且与伪刺激组治疗 4 周后比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。该结果提示,tDCS 联合 FES-cycling 训练可有效地兴奋脑卒中早期患者运动皮质的兴奋性,促进脑神经功能和下肢功能的恢复。

随着无创性脑刺激技术(如 TMS、tDCS 等)的研发及应用,越来越多的脑卒中患者已从中获益。tDCS 具有经济、安全、几乎无不良反应、便携以及无痛等特点,患者容易接受[12]。虽然 tDCS 的治疗机制仍在探索中,但普遍认为,阳极和阴极之间的电流可以对受刺激区域皮质产生神经元静息膜电位的调制作用,即阳极直流电刺激可兴奋皮质神经细胞,上调运动诱发电位的波幅,而阴极直流电刺激则会降低皮质神经细胞的兴奋性和 MEP 波幅[13]。

人体运动离不开皮质脊髓束(corticospinal tract, CST)。脑卒中后,CST 的损伤可导致患者出现功能、活动及参与能力障碍,而 CST 病损后的重塑对脑卒中患者运动的恢复有重要意义[4]。TMS-MEP 作为神经检测技术可用于评估 CST 的状态(即纤维数、完整性和兴奋性)。脑卒中患者 MEP 常见的异常主要为阈值升高、MEP 波形消失、波幅降低、皮质潜伏期增加等。沈晓林等[14]的研究提示,TMS-MEP 可反映神经功能缺损程度,若 MEP 异常程度减轻,则神经功能缺损会出现改善,运动功能也随之提升。本研究中,将阳极 tDCS 应用于早期脑卒中患者下肢初级运动皮质,辅以 FES-cycling 治疗,4 周后,tDCS 治疗组在 CMT、Amp、CL、CMCT 方面与伪刺激组比较,差异均有统计学意义($P<0.05$),该结果提示,CST 的纤维数和完整性得到重塑,CST 的兴奋性也得以提高,即阳极 tDCS 与 FES-cycling 训练相结合可有效地促进脑卒中后神经重塑和运动功能的恢复,提高皮质兴奋性及提升中枢运动传导功能,这与相关研究结果一致[2,14-15]。

Bernhard 等[16]通过分析所有类型的 tDCS 方案发现,tDCS 对脑卒中患者的日常生活活动能力有促进作用。本研究中,tDCS 治疗组治疗 4 周后的 MBI 评分较组内治疗前显著改善($P<0.05$),但与伪刺激组治疗 4 周后比较,差异无统计学意义($P>0.05$),这可能是由于 MBI 评估为上下肢功能综合,而非单一的下肢功能评定,本课题组推测,随着治疗周期的延长,tDCS 对日常生活活动能力的影响也可能会更明显。

研究表明,tDCS 与其他康复措施,如机器人辅助训练[17]、限制诱导运动疗法[18]等相结合,均可产生协同效应,强化 tDCS 的作用。功能性电刺激踏车(FES-cycling)在临床上广泛应用于脑卒中患者下肢康复[4-5]。本研究发现,治疗 4 周后,无论是 tDCS 联合 FES-cycling 训练,还是单纯的 FES-cycling 训练,患者的运动功能和脑神经功能状态均较组内治疗前显著改善($P<0.05$),但 tDCS 与 FES-cycling 联合训练效果更好($P<0.05$)。因此,多种康复手段联合可促进脑卒中患者各项功能更快地改善。

综上所述,tDCS 联合 FES-cycling 训练可显著改善脑卒中患者运动皮质的兴奋性和运动功能,促进 CST 的重塑。需要注意的是,本研究由于样本量不够大,观察时间有限,tDCS 联合 FES-cycling 的长期疗效和对 ADL 的效果尚需通过更深入、更大样本量的研究和随访观察来确定。

参　考　文　献

[1] Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart disease and stroke statistics-2019 update: a report from the American Heart Association [J]. Circulation, 2019, 139 (10): e56-e528. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000659.

[2] Suman D, Peter H, Frens MA, et al. Impact of transcranial direct current stimulation (tDCS) on neuronal functions[J].Front Neurosci, 2016, 10:550. DOI:10.3389/fnins.2016.00550.

[3] 朱明预,余凤琼,张骏,等.经颅直流电刺激的研究进展[J].中国神经精神疾病杂志,2017,43(06):382-385. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0152.2017.06.015.

[4] Szecsi J, Krewer C, Müller F, et al. Functional electrical stimulation assisted cycling of patients with subacute stroke: kinetic and kinematic analysis[J]. Clin Biomech, 2008, 23(8): 1086-1094. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2008.05.001.

[5] Alon G, Conroy VM, Donner TW. Intensive training of subjects with

chronic hemiparesis on a motorized cycle combined with functional electrical stimulation (FES): a feasibility and safety study[J]. Physiother Res Int, 2011, 16(2): 81-91. DOI: 10.1002/pri.475.

[6] 中华医学会神经科学会.各类脑血管疾病诊断要点[J].中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379-383.

[7] Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS)[J]. Clin Neurophysiol, 2017, 128(1): 56-92. DOI: 10.1016/j.clinph.2016.10.087.

[8] Fugl-Meyer AR, Jääskö L, Leyman I, et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance[J]. Scand J Rehabil Med, 1975, 7(1): 13-31.

[9] Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons[J]. J Am Geriatr Soc, 1991, 39(2): 142-148.

[10] Ohura T, Hase K, Nakajima Y, et al. Validity and reliability of a performance evaluation tool based on the modified Barthel Index for stroke patients[J]. BMC Med Res Methodol, 2017, 17(1): 131. DOI: 10.1186/s12874-017-0409-2.

[11] Di Lazzaro V, Pilato F, Dileone M, et al. Modulating cortical excitability in acute stroke: a repetitive TMS study[J]. Clin Neurophysiol, 2008, 119(3): 715-723. DOI: 10.1016/j.clinph.2007.11.049.

[12] Russo C, Souza Carneiro MI, Bolognini N, et al. Safety review of transcranial direct current stimulation in stroke[J]. Neuromodulation, 2017, 20(3): 215-222. DOI: 10.1111/ner.12574.

[13] Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation[J]. J Physiol, 2000, 527(3): 633-639. DOI: 10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00633.x.

[14] 沈晓林,何南云,李国德. 经颅磁刺激运动诱发电位检测在脑梗死患者运动功能预后评估中的应用价值[J].实用心脑肺血管病杂志, 2014, 22(12): 99-100. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971. 2014.12.044.

[15] Satow T, Kawase T, Kitamura A, et al. Combination of transcranial direct current stimulation and neuromuscular electrical stimulation improves gait ability in a patient in chronic stage of stroke[J]. Case Rep Neurol, 2016, 8(1): 39-46. DOI: 10.1159/000444167.

[16] Bernhard E, Joachim K, Marcus P, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving activities of daily living, and physical and cognitive functioning, in people after stroke[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2016, 3: CD009645. DOI: 10.1002/14651858.CD009645.pub3.

[17] Picelli A, Chemello E, Castellazzi P, et al. Combined effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) and transcutaneous spinal direct current stimulation (tsDCS) on robot-assisted gait training in patients with chronic stroke: a pilot, double blind, randomized controlled trial[J]. Restor Neurol Neurosci, 2015, 33(3): 357-368. DOI: 10.3233/RNN-140474.

[18] Sérgio R, Evelyn S, Águida F, et al. The impact of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with modified constraint-induced movement therapy (mCIMT) on upper limb function in chronic stroke: a double-blind randomized controlled trial[J]. Disabil Rehabil, 2016, 38(7): 653-660. DOI: 10.3109/09638288.2015.1055382.

(修回日期:2021-01-23)
(本文编辑:阮仕衡)

·读者·作者·编者·

本刊对论文中实验动物描述的要求

根据国家科学技术部 1988 年颁布的《实验动物管理条例》和卫生部 1998 年颁布的《医学实验动物管理实施细则》,《中华物理医学与康复杂志》对论文中有关实验动物的描述,要求写清楚以下事项:①品种、品系及亚系的确切名称;②遗传背景或其来源;③微生物检测状况;④性别、年龄、体重;⑤质量等级及合格证书编号;⑥饲养环境和实验环境;⑦健康状况;⑧对实验动物的处理方式。

医学实验动物分为四级:一级为普通级;二级为清洁级;三级为无特定病原体(SPF)级;四级为无菌级。卫生部级课题及研究生毕业论文等科研实验必须应用二级以上的实验动物。