



(OSID码)

## · 疗效比较研究 ·

# 不同模式间歇性充气挤压泵对脑卒中患者下肢深静脉血栓形成预防效果的对比研究

周立红<sup>1</sup>, 苏丹<sup>1</sup>, 张倩<sup>2</sup>

**【摘要】 目的** 比较不同模式间歇性充气挤压泵(IPC)对脑卒中患者下肢深静脉血栓形成(DVT)的预防效果。**方法** 选取2017年2月—2018年6月于首都医科大学附属北京天坛医院接受治疗的脑卒中患者180例,采用随机数字表法分为对照组、A组、B组,每组60例。对照组患者给予常规药物治疗及护理,A组患者在对照组基础上采用IPC中的小腿-足底静脉模式,B组患者在对照组基础上采用IPC中的小腿-大腿静脉模式;三组患者均连续干预14 d。比较三组患者下肢DVT发生率,下肢DVT发生时间,干预前及干预后7、14 d血清D-二聚体水平,治疗期间皮肤并发症发生情况。**结果** (1) A组、B组患者下肢DVT发生率低于对照组( $P<0.05$ )。(2) A组、B组患者下肢DVT发生时间长于对照组,A组患者下肢DVT发生时间长于B组( $P<0.05$ )。(3) 时间与方法在血清D-二聚体水平上存在交互作用( $P<0.05$ );时间、方法在血清D-二聚体水平上主效应显著( $P<0.05$ )。干预后7、14 d A组、B组患者血清D-二聚体水平低于对照组,A组患者血清D-二聚体水平低于B组( $P<0.05$ )。(4) 对照组、A组患者皮肤并发症发生率低于B组,A组患者皮肤并发症发生率低于对照组( $P<0.05$ )。**结论** 与IPC中的小腿-大腿静脉模式相比,小腿-足底静脉模式可更有效地改善脑卒中患者下肢血液循环及高凝状态,有效预防患者下肢DVT的发生及延长下肢DVT发生时间,减少皮肤并发症的发生。

**【关键词】** 卒中;深静脉血栓形成;小腿-足底静脉泵;小腿-大腿静脉泵;预防效果;疗效比较研究

**【中图分类号】** R 743 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.07.015

周立红, 苏丹, 张倩. 不同模式间歇性充气挤压泵对脑卒中患者下肢深静脉血栓形成预防效果的对比研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27(7): 75-78. [[www.syxnf.net](http://www.syxnf.net)]

ZHOU L H, SU D, ZHANG Q. Preventive effect on lower extremity deep venous thrombosis in patients with stroke: a comparative study for different modes of intermittent pneumatic compression [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2019, 27(7): 75-78.

## Preventive Effect on Lower Extremity Deep Venous Thrombosis in Patients with Stroke: a Comparative Study for Different Modes of Intermittent Pneumatic Compression ZHOU Lihong<sup>1</sup>, SU Dan<sup>1</sup>, ZHANG Qian<sup>2</sup>

1. Department of Physiatry, Beijing Tiantan Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing 100070, China

2. Department of Neurology, Beijing Tiantan Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing 100070, China

Corresponding author: ZHOU Lihong, E-mail: [mengleiymeimei@163.com](mailto:mengleiymeimei@163.com)

**【Abstract】 Objective** To compare the preventive effect of different modes of intermittent pneumatic compression( IPC) on lower extremity deep venous thrombosis ( DVT) in patients with stroke. **Methods** From February 2017 to June 2018, a total of 180 stroke patients were selected in Beijing Tiantan Hospital Affiliated to Capital Medical University, and they were divided into control group, groups A and B according to random number table method, with 60 cases in each group. Patients in control group were given conventional medical treatment and routine nursing care, patients in A group were treated with IPC of calf-plantar vein mode on the basis of control group, while patients in B group were treated with IPC of calf-thigh vein mode on the basis of control group; all of the three groups were continuously intervened for 14 days. Incidence and occurrence time of lower extremity DVT, serum D-Dimer level before intervention, 7 and 14 days after intervention, and incidence of cutaneous complications during treatment were compared in the three groups. **Results** (1) Incidence of lower extremity DVT in groups A and B was statistically significantly lower than that in control group, respectively ( $P<0.05$ ). (2) Occurrence time of lower extremity DVT in groups A and B was statistically significantly longer than that in control group, respectively, meanwhile

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目( 81501001 );首都医科大学附属北京天坛医院“青年科研基金”( 2015-YQN-29 )

1.100070 北京市,首都医科大学附属北京天坛医院康复科

2.100070 北京市,首都医科大学附属北京天坛医院神经内科

通信作者: 周立红, E-mail: [mengleiymeimei@163.com](mailto:mengleiymeimei@163.com)

occurrence time of lower extremity DVT in A group was statistically significantly longer than that in B group ( $P<0.05$ )。 (3) There was statistically significant interaction between time and method in serum D-Dimer level ( $P<0.05$ ) ; main effects of time and method were statistically significant in serum D-Dimer level ( $P<0.05$ )。 After 7 and 14 days of intervention, serum D-Dimer level in groups A and B was statistically significantly lower than that in control group, respectively, meanwhile serum D-Dimer level in A group was statistically significantly lower than that in B group ( $P<0.05$ )。 (4) Incidence of cutaneous complications in control group and A group was statistically significantly lower than that in B group, respectively, meanwhile incidence of cutaneous complications in A group was statistically significantly lower than that in control group ( $P<0.05$ )。 **Conclusion** In patients with stroke and compared with IPC of calf-thigh vein mode, IPC of calf-plantar vein mode can effectively improve the lower extremity blood circulation, adjust the hypercoagulable state, prevent the incidence of lower extremity DVT, prolong the occurrence time of lower extremity DVT, reduce the risk of cutaneous complications。

**【Key words】** Stroke; Deep vein thrombosis; Calf-plantar venous pump; Calf-thigh venous pump; Preventive effect; Comparative effectiveness research

静脉血栓栓塞症 (VTE) 主要由深静脉血栓形成 (DVT) 及肺栓塞 (PE) 引起的一组临床综合征<sup>[1]</sup>。由于 DVT 主要发生部位为下肢, 故又称为下肢 DVT。DVT 的年发生率约为 1.0%, 复发率约为 30%, 是常见的心血管疾病之一, 且位居在冠心病、高血压之后, 可严重影响患者生命质量及生存预期<sup>[2-4]</sup>。脑卒中常因中枢神经系统疾病导致长期昏迷、肢体运动障碍而使患者长期卧床, 极大地增加了 DVT 发生风险, 且约 10% 脑卒中患者可因 PE 而死亡<sup>[5]</sup>。因此, 预防脑卒中 DVT 的发生具有重要意义。间歇性充气挤压泵 (intermittent pneumatic compression, IPC) 的模式主要包括足底静脉模式、小腿-足底静脉模式、小腿静脉模式及小腿-大腿静脉模式。既往研究表明, 使用小腿-大腿静脉模式〔压力为 45 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)〕可预防髌关节置换术后 DVT<sup>[6]</sup>, 但临床实践中发现该模式需要长时间使用 IPC 气套, 但其不透气的现象较为严重, 尤其是气温较高、使用时间较长, 导致下肢发热、出汗, 严重者可出现皮肤发痒、感染等并发症<sup>[7]</sup>。小腿-足底静脉模式可较好地解决小腿-大腿静脉模式不透气的现象, 但其能否预防脑卒中患者 DVT 目前尚未有研究报道。本研究旨在比较不同模式 IPC 对脑卒中患者下肢 DVT 的预防效果, 为进一步降低脑卒中患者 DVT 发生风险提供参考, 现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2017 年 2 月—2018 年 6 月于首都医科大学附属北京天坛医院接受治疗的脑卒中患者 180 例, 均符合《各类脑血管疾病诊断要点及临床功能缺损程度评分标准 (1995)》<sup>[8]</sup> 中的脑卒中诊断标准, 并经影像学检查确诊<sup>[9]</sup>。纳入标准: (1) 美国国立卫生研究院卒中量表 (NIHSS) 评分  $\geq 14$  分并伴有重度意识障碍 (昏睡、最小意识状态及昏迷) 者; (2) 发病 3 d 内入院治疗者; (3) 多普勒彩色超声检查结果示髂股静脉、股总静脉、腘静脉、胫后静脉、大隐静脉、小隐静脉及小腿肌肉静脉丛等无血栓形成者。排除标准: (1) 有 PE 者; (2) 合并严重下肢动脉硬化、血栓性静脉炎、缺血萎缩性血管疾病等下肢血管疾病者; (3) 合并严重心、肝、肾功能障碍者; (4) 合并恶性肿瘤者; (5) 腿部大范围水肿、严重畸形等下肢异常者; (6) 对本研究所用设备不耐受及所用药物过敏者; (7) 治疗期间死亡、转院、出院、

转科导致临床资料不全者; (8) 家属中途放弃参与本研究者。采用随机数字表法将所有患者分为对照组、A 组、B 组, 每组 60 例。对照组患者中男 31 例, 女 29 例; 年龄 38~76 岁, 平均年龄 ( $57.1 \pm 11.9$ ) 岁; A 组患者中男 32 例, 女 28 例; 年龄 38~75 岁, 平均年龄 ( $56.9 \pm 12.3$ ) 岁; B 组患者中男 30 例, 女 30 例; 年龄 39~79 岁, 平均年龄 ( $56.6 \pm 12.0$ ) 岁。三组患者性别 ( $\chi^2=0.133$ )、年龄 ( $F=1.523$ ) 比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 具有可比性。本研究经首都医科大学附属北京天坛医院医学伦理委员会审核批准, 所有患者及其家属对本研究知情并签署知情同意书。

1.2 方法 对照组患者给予尿激酶、华法林、阿司匹林等常规药物治疗及并发症护理、下肢护理、心理护理等常规护理措施。A 组患者在对照组基础上采用便携式间歇充气压力治疗仪 SCD Express (美国 OVIDIEN 公司生产) 治疗, 压力模式为小腿-足底静脉模式, 足底压力为 130 mm Hg, 小腿压力为 45 mm Hg, 小腿充气 11 s, 足底充气 5 s。B 组患者在对照组基础上采用便携式间歇充气压力治疗仪 SCD Express 治疗, 压力模式为小腿-大腿静脉模式, 压力为 45 mm Hg, 充气 11 s。三组患者均连续干预 14 d。

## 1.3 观察指标

1.3.1 下肢 DVT 发生率及其发生时间 所有患者采用便携式二维超声仪, Micro Turbo HFL38x, 美国 Sonosite 公司生产, 监测髂股静脉、股总静脉、腘静脉、胫后静脉、大隐静脉、小隐静脉和小腿肌肉静脉丛等血流通畅情况, 并于干预后 7、14 d 进行双下肢 B 超检查, 检查方法: 将多普勒系统预设参数中多普勒频谱仪与血管壁夹角设定为  $45^\circ$ , 探头频率 5 MHz, 检测时探头与股总静脉的夹角保持  $45^\circ \sim 60^\circ$ , 所有患者由同一人医师操作。根据多普勒彩色超声检查记录下肢 DVT 发生情况 (包括左下肢、右下肢、双下肢) 及其发生时间。

1.3.2 血清 D-二聚体水平 分别于干预前及干预后 7、14 d 抽取三组患者静脉血 5 ml 置于乙二胺四乙酸 (EDTA) 抗凝管, 3 000 r/min 离心 10 min (离心半径 15 cm), 取上清液, 采用酶联免疫荧光法检测血清 D-二聚体水平。

1.3.3 皮肤并发症 观察三组患者治疗期间下肢皮肤并发症发生情况, 包括发红、皮痒、皮疹、压疮等。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析,

计数资料分析采用  $\chi^2$  检验; 计量资料以  $(\bar{x} \pm s)$  表示, 多组间比较采用单因素方差分析, 组间两两比较采用 LSD-*t* 检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 下肢 DVT 发生率 对照组患者下肢 DVT 发生率为 28.3% (17/60), A 组患者为 10.0% (6/60), B 组患者为 15.0% (9/60)。三组患者下肢 DVT 发生率比较, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 7.373$ ,  $P = 0.025$ ); A 组、B 组患者下肢 DVT 发生率低于对照组, 差异有统计学意义 ( $\chi^2$  值分别为 6.508、3.612,  $P < 0.05$ )。三组患者下肢 DVT 发生情况见表 1。

表 1 三组患者下肢 DVT 发生情况 [ $n$  (%) ]  
Table 1 Incidence of lower extremity DVT in the three groups

组别	例数	左下肢	右下肢	双下肢
对照组	60	6 (10.0)	6 (10.0)	5 (8.3)
A 组	60	2 (3.3)	3 (5.0)	1 (1.7)
B 组	60	3 (5.0)	4 (6.7)	2 (3.3)

注: A 组采用间歇性充气挤压泵 (IPC) 中的小腿-足底静脉模式, B 组采用 IPC 中的小腿-大腿静脉模式

2.2 下肢 DVT 发生时间 对照组患者中 17 例下肢 DVT 发生时间为  $(3.9 \pm 1.0)$  d, A 组患者中 6 例下肢 DVT 发生时间为  $(8.4 \pm 2.5)$  d, B 组患者中 9 例下肢 DVT 发生时间为  $(5.7 \pm 1.9)$  d。三组患者下肢 DVT 发生时间比较, 差异有统计学意义 ( $F = 164.25$ ,  $P < 0.01$ ); A 组、B 组患者下肢 DVT 发生时间长于对照组, A 组患者下肢 DVT 发生时间长于 B 组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

2.3 血清 D-二聚体水平 时间与方法在血清 D-二聚体水平上存在交互作用 ( $P < 0.05$ ); 时间、方法在血清 D-二聚体水平上主效应显著 ( $P < 0.05$ )。干预后 7、14 d A 组、B 组患者血清 D-二聚体水平低于对照组, A 组患者血清 D-二聚体水平低于 B 组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 见表 2)。

表 2 三组患者干预前及干预后 7、14 d 血清 D-二聚体水平比较  
( $\bar{x} \pm s$ , mg/L)

Table 2 Comparison of serum D-Dimer level in the three groups before intervention, 7 and 14 days after intervention

组别	例数	干预前	干预后 7 d	干预后 14 d
对照组	60	4.51 $\pm$ 1.25	3.06 $\pm$ 1.08	2.65 $\pm$ 0.82
A 组	60	4.57 $\pm$ 1.31	2.22 $\pm$ 0.64 <sup>a</sup>	1.29 $\pm$ 0.38 <sup>a</sup>
B 组	60	4.55 $\pm$ 1.28	2.64 $\pm$ 0.87 <sup>ab</sup>	1.88 $\pm$ 0.45 <sup>ab</sup>
F 值		$F_{\text{时间}} = 12.652$ , $F_{\text{组间}} = 7.282$ , $F_{\text{交互}} = 6.859$		
P 值		$P_{\text{时间}} = 0.024$ , $P_{\text{组间}} = 0.041$ , $P_{\text{交互}} = 0.046$		

注: 与对照组比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与 A 组比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$ ;

2.4 皮肤并发症发生情况 治疗期间对照组患者皮肤并发症发生率为 26.7% (16/60), A 组患者为 13.3% (8/60), B 组患者为 35.0% (21/60)。治疗期间三组患者皮肤并发症发生率比较, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 7.644$ ,  $P = 0.022$ ); 对照组、

A 组患者皮肤并发症发生率低于 B 组, A 组患者皮肤并发症发生率低于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ , 见表 3)。

表 3 三组患者治疗期间皮肤并发症发生情况 [ $n$  (%) ]

Table 3 Incidence of cutaneous complications in the three groups during treatment

组别	例数	发红	皮疹	压疮
对照组	60	2 (3.3)	3 (5.0)	0
A 组	60	3 (5.0)	3 (5.0)	0
B 组	60	6 (10.0)	12 (20.0)	2 (3.3)

## 3 讨论

DVT 是一种静脉内血凝块堵塞性疾病, 可发生于人体任何部位, 以下肢最为多见, 其发病机制可能与血管内膜损伤、血流速度缓慢、血液高凝状态等有关<sup>[10-12]</sup>, 而具备上述 3 项中任意一项及以上特征人群被临床定义为 DVT 高危人群。急性期 DVT 常合并 PE、“股青肿”和“股白肿”等, 诊疗不及时可导致截肢或死亡等一系列严重不良后果, 严重影响患者工作及生活质量。既往研究表明, 重症脑血管病患者 DVT 的发生风险高于其他人群, 且复发率较高<sup>[13]</sup>。

目前, DVT 的预防方法主要是围绕发病机制的三大原因开展, 包括药物和物理方法, 其中药物是通过直接使用药物来快速改变血液高凝状态, 从而达到预防效果, 但抗凝药物常具有较多绝对或相对禁忌证 (如有活动性出血及凝血障碍、骨质疏松、严重颅脑创伤或急性脊髓损伤、既往颅内出血、既往胃肠道出血、急性颅内损伤或肿瘤、血小板计数降低等) 和药物不良反应; 目前临床上采用皮下注射低分子肝素预防 DVT, 但需要反复注射, 易引发出血, 需定期监测凝血时间, 且药物价格昂贵, 故限制其临床应用。物理方法主要通过利用机械外力对肢体形成挤压、按摩效果, 增强静脉泵, 加快静脉血液流动速度, 减轻静脉血液淤积, 从而达到预防 DVT 的目的。气压泵就是利用挤压原理来预防 DVT 发生, 临床实践效果较好<sup>[14]</sup>。

本研究结果显示, A 组、B 组患者下肢 DVT 发生率低于对照组, 下肢 DVT 发生时间长于对照组, 且 A 组患者下肢 DVT 发生时间长于 B 组; 治疗 7、14 d A 组、B 组患者血清 D-二聚体水平低于对照组, A 组患者血清 D-二聚体水平低于 B 组; 治疗期间, 对照组、A 组患者皮肤并发症发生率低于 B 组, A 组患者皮肤并发症发生率低于对照组, 分析其机制可能如下: (1) 为防止卒中患者再次发生出血, 临床上通常要求患者卧床休息, 严重者甚至丧失走动能力, 导致足底压力缺失, 容易产生下肢血液淤滞。小腿-足底静脉模式为长期卧床卒中患者提供了与自然行走时的同等足底压力, 促使机体足底静脉丛血液回流, 缓解血液淤滞现象。(2) 小腿-足底静脉模式的足底压力为 130 mm Hg, 高于小腿压力的 45 mm Hg, 呈阶梯式压力, 可最大限度地促进双下肢血液回流, 改善血液循环, 有效预防凝血因子聚集及黏附血管内膜。(3) D-二聚体是不可溶纤维蛋白裂解后交联形成的产物, 当机体



处于高凝状态时,凝血酶会催化水解纤维蛋白原释放大分子纤维蛋白肽链,同时形成大量可溶性纤维蛋白单体,这些单体经纤溶酶水解及活化因子XⅢ交联后形成D-二聚体,因此在脑卒中患者中D-二聚体呈高表达<sup>[15]</sup>。此外临床上也常用D-二聚体水平反映机体血液凝集状态<sup>[16]</sup>。而小腿-足底静脉模式可有效改善脑卒中患者双下肢血液循环,降低高凝状态及血清D-二聚体水平,进而降低DVT发生风险。(4)小腿-足底静脉模式给予的外在压力可有效抑制脑卒中患者深静脉扩张,从而对静脉内膜起到一定保护作用。(5)小腿-大腿静脉模式因加压小腿和大腿部位的压力相似,且部分患者自身静脉回流压力小于小腿-大腿静脉模式压力,导致血液流向足底静脉丛,不能发挥出双下肢血液循环作用,故其在预防DVT效果不及小腿-足底静脉模式。(6)小腿-足底静脉模式使用过程中主要接触脑卒中患者小腿和足底皮肤,这些部位因平时外露或曝光时间长于大腿部位,其耐磨性及抗压性高于大腿部位,因此可较长时间耐受IPC带来的不透气,减少并发症发生风险。(7)有效的血液循环可降低皮肤并发症发生风险,因长期血液淤积、血流不畅易导致皮肤缺血缺氧、坏死及压疮<sup>[17]</sup>。

综上所述,与IPC中的小腿-大腿静脉模式相比,小腿-足底静脉模式可更有效地改善脑卒中患者下肢血液循环及高凝状态,有效预防下肢DVT的发生及延长下肢DVT发生时间,减少皮肤并发症的发生,值得临床推广应用;但本研究样本量较小,今后仍需进一步扩大样本量、联合多中心以证实研究结果。

#### 参考文献

- [1] 朱红玉. 神经外科长期卧床患者下肢深静脉血栓形成的血栓弹力图监测及临床研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2018.
- [2] KEARON C, AKL E A. Duration of anticoagulant therapy for deep vein thrombosis and pulmonary embolism[J]. Blood, 2014, 123(12): 1794-1801. DOI: 10.1182/blood-2013-12-512681.
- [3] ESPINOSA A, STENSETH R, VIDEM V, et al. Comparison of three point-of-care testing devices to detect hemostatic changes in adult elective cardiac surgery: a prospective observational study[J]. BMC Anesthesiol, 2014, 14: 80. DOI: 10.1186/1471-2253-14-80.
- [4] 易淑明, 陈烨, 郑晓妮, 等. 117例下肢深静脉血栓形成患者获得性危险因素分析[J]. 中国医药导报, 2015, 12(9): 149-152.
- [5] TURPIE A G. Prophylaxis of venous thromboembolism in stroke patients[J]. Semin Thromb Hemost, 1997, 23(2): 155-157. DOI: 10.1055/s-2007-996084.
- [6] 应春柳, 何玉珍, 胡伊群, 等. 低分子肝素联合间歇使用充气压力泵预防髋关节置换术后下肢深静脉血栓形成的护理[J]. 护理与康复, 2013, 12(1): 41-42. DOI: 10.3969/j.issn.1671-9875.2013.01.017.
- [7] 曹化, 居克举, 倪桂华, 等. 弹力袜预防出血性卒中患者下肢深静脉血栓形成的有效性及安全性观察[J]. 中国全科医学, 2011, 14(3): 333-335.
- [8] 全国第四届脑血管病学术会议组. 各类脑血管疾病诊断要点及临床功能缺损程度评分标准(1995)[J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379-383.
- [9] 李雪玲. CT、MRI在脑卒中患者中的影像学特点分析[J]. 现代医用影像学, 2016, 25(1): 106-108.
- [10] 肖春梅. 血浆D-二聚体水平检测对下肢深静脉血栓的诊断价值分析[J]. 中国医药指南, 2018, 16(18): 164-165. DOI: 10.15912/j.cnki.gocm.2018.18.128.
- [11] 范春芝, 孙静, 徐涛, 等. 超声引导下犬下肢深静脉血栓动物模型的构建[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2011, 8(12): 2466-2471.
- [12] 刘高, 周鹭, 褚鑫, 等. 缺血性脑卒中下肢深静脉血栓形成的研究进展[J]. 全科护理, 2019, 17(3): 276-278.
- [13] SCHOUTEN H J, GEERSING G J, KOEK H L, et al. Diagnostic accuracy of conventional or age adjusted D-dimer cut-off values in older patients with suspected venous thromboembolism: systematic review and meta-analysis[J]. BMJ, 2013, 346: f2492. DOI: 10.1136/bmj.f2492.
- [14] 吴晓娟, 张韶琴, 缪重骥, 等. 气压泵治疗在神经外科深静脉血栓预防中的应用[J]. 当代护士(中旬刊), 2016, 25(7): 32-33.
- [15] 余倩, 胡琼. 血清D-二聚体、C反应蛋白在肺血栓栓塞症诊治中的研究现状[J]. 贵州医药, 2017, 41(1): 92-94. DOI: 10.3969/j.issn.1000-744X.2017.01.042.
- [16] ZHANG L, YU H W, JIA W B. A research on the effects of formation elements on the spatial distribution of D-D induced  $\gamma$ -ray source[J]. Appl Radiat Isot, 2019, 151: 289-298. DOI: 10.1016/j.apradiso.2019.06.007.
- [17] 高晶. 压疮的发生机制和预防性护理措施[J]. 中国医药指南, 2016, 14(10): 268. DOI: 10.15912/j.cnki.gocm.2016.10.221.

(收稿日期: 2019-02-28; 修回日期: 2019-07-16)

(本文编辑: 刘新蒙)