

神经肌肉电刺激预防长期卧床老人深静脉血栓的血流动力学效应

周梦焯¹, 庄任¹, 郭川^{2,3}, 汪超兰¹, 王庆雷³, 徐胜¹, 钱雪¹, 邓丽云¹

【摘要】 目的:探讨神经肌肉电刺激预防长期卧床老人下肢深静脉血栓(DVT)形成的血流动力学效应。方法:将40例长期卧床老人随机分为研究组和对照组,2组患者均给予常规预防深静脉血栓护理,研究组在常规护理的基础上予神经肌肉电刺激(NMES),对照组在常规护理的基础上予无效NMES。干预前以及干预14d后行双下肢彩色多普勒超声检查,测量双侧股总静脉和腘静脉的峰值流速和管腔直径,并计算静脉瘀滞指数;同时采集D-二聚体水平并测量双下肢小腿围度。结果:干预14d后,研究组双侧股总静脉峰值流速均较干预前增加($P<0.05$),双侧股总静脉、腘静脉瘀滞指数均较干预前降低($P<0.05$);对照组双侧股总静脉和腘静脉峰值流速、双侧股总静脉和腘静脉峰值管径均较干预前无统计学差异,左侧股总静脉、左侧腘静脉瘀滞指数较干预前增加($P<0.05$)。组间差值结果比较显示,研究组双侧下肢股总静脉、右侧腘静脉的峰值流速及管径较对照组显著提高($P<0.05$),双侧下肢股总静脉、腘静脉瘀滞指数较对照组显著下降($P<0.05$)。结论:NMES可改善长期卧床老人下肢股总静脉、腘静脉的峰值流速,降低瘀滞指数,具有预防DVT形成的应用前景。

【关键词】 神经肌肉电刺激;长期卧床;深静脉血栓;血流动力学

【中图分类号】 R49;R749.9 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2024.09.006

Hemodynamic effect of neuromuscular electrical stimulation on prevention of deep vein thrombosis in elderly long-term bedridden patients Zhou Mengye, Zhuang Ren, Guo Chuan, et al. Department of Rehabilitation Assessment, Changzhou De'an Hospital, Changzhou 213000, China

【Abstract】 Objective: To investigate the hemodynamic effect of neuromuscular electrical stimulation (NMES) on preventing the formation of deep vein thrombosis (DVT) in the elderly patients with long-term bed rest. **Methods:** A total of 40 patients were randomly divided into the experimental group and the control group. Both groups were given routine care to prevent DVT. The experimental group received NMES on the basis of routine care, and the control group received sham-NMES on the basis of routine care. Before and after 14 days of the intervention, color Doppler ultrasound was performed to measure peak flow velocity and lumen diameter of the common femoral and popliteal veins bilaterally in both lower extremities. The venous stasis index was calculated according to the velocity and diameter. The D-dimer level was detected and the lower leg circumference was measured. **Results:** After 14 days of intervention, the peak flow velocity of bilateral common femoral vein and left popliteal vein increased, the left popliteal vein diameter decreased as compared with those before intervention ($P<0.05$), and the stasis index of bilateral common femoral vein and popliteal vein decreased as compared with that before intervention ($P<0.05$). In the control group, the peak flow velocity of bilateral common femoral vein and popliteal vein and the peak diameter of bilateral common femoral vein and popliteal vein had no statistically significant difference before and after intervention, and the stasis index of left common femoral vein and left popliteal vein after intervention increased as compared with that before intervention ($P<0.05$). The peak flow velocity and pipe diameter of bilateral common femoral vein and right popliteal vein in the study group were significantly increased as compared with those in the control group ($P<0.05$), and the stasis index of bilateral common femoral vein and popliteal vein in the study group was significantly decreased as compared with the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** NMES can improve the peak flow velocity of the common femoral vein and popliteal vein of lower limbs and reduce the stasis index, which has the

application prospect of preventing the formation of DVT.

【Key words】 neuromuscular electrical stimulation; prolonged bed rest; deep vein thrombosis; hemodynamics

基金项目:国家自然科学基金青年项目(82302882);常州市卫健委青年人才项目(QN202336)

作者单位:1.常州市德安医院康复评定科,江苏常州213000;2.南京医科大学第一附属医院康复医学中心,南京210000;3.南京医科大学康复医学院,南京210000

作者简介:周梦焯(1992-),女,主管护师,主要从事康复护理方面的研究。

通讯作者:邓丽云,108697281@qq.com

第七次人口普查数据表明^[1],我国已全面进入老

龄化社会,老年人口占比已达到 18.7%,老年健康问题日益突出。随着年龄的增长,机体逐渐退化,部分老年人会出现各种身体疾病或意外事件(如心脑血管疾病、神经系统疾病、跌倒等),随之而来的活动能力下降、长期卧床等结局屡见不鲜。在此情况下,静脉血栓性疾病(venous thromboembolism, VTE)作为一种发病率、致死率和致残率均居高不下的并发症,严重影响着卧床老年人的生理和心理健康,降低了其生活质量。VTE 主要包括深静脉血栓(deep vein thrombosis, DVT)和肺动脉栓塞(pulmonary embolism, PE),国内调查研究显示,2007~2016年间,我国 VTE 的发病率呈现上升趋势,达到 17.5 例/10 万人^[2],其中下肢 DVT 较为常见,发病率达到 50~100 例/10 万人^[3]。而 DVT 在血栓不稳定时可引发 PE,严重威胁患者的生命安全^[4]。

由 DVT 导致的 PE 是一种潜在的、可预防的死亡原因,因此护理工作中必须对患者发生 DVT 的风险进行评估,并提供安全、有效的护理预防措施。目前,关于 DVT 的预防措施主要包括抗凝药物治疗、间歇性气压治疗、梯度压力弹力袜治疗以及神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)。然而,长期的药物干预会增加出血风险,故存在一定的局限性^[5]。而间歇性气压治疗及梯度压力弹力袜使用不当,可能导致皮肤破损,同时患者对这两种方式的耐受性较低,可能会出现不适感觉,造成患者依从性不高^[6]。NMES 采用低频脉冲电流刺激神经和肌肉,使肌肉产生收缩,能够改善血液循环,从而达到治疗效果^[7]。同时,NMES 的并发症较少,患者的体验感更佳。然而,目前关于 NMES 预防长期卧床老年人 DVT 的报道较少,本研究旨在观察神经肌肉电刺激预防长期卧床老年人 DVT 的血流动力学效应,为 NMES 预防 DVT 提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 1 月~2024 年 1 月在我院长期住院的卧床老人 40 例作为研究对象。纳入标准:年龄 ≥ 65 岁,且卧床时间 ≥ 72 h^[8];病情稳定,生命体征平稳;彩色多普勒超声检查下肢血流无异常。排除标准:治疗前有深静脉血栓形成,肺栓塞发生或血栓性静脉炎患者;下肢局部皮肤异常(如皮炎、坏疽、近期接受皮肤移植手术等),外周神经损伤,怀疑或确诊下肢外周血管疾病及下肢严重畸形者;严重认知障碍、精神障碍不能配合治疗者;使用抗凝药物治疗患者;装有心脏起搏器等医疗装置。医院伦理委员会审查批号:CZDALL-2023-001。采用计算机生成的随机化列

表将受试者分为研究组和对照组各 20 例,2 组患者一般资料比较差异无统计学意义,见表 1。

表 1 2 组一般资料比较

组别	n	性别(例)	年龄	卧床时间
		男/女	(岁, $\bar{x} \pm s$)	(月, $\bar{x} \pm s$)
研究组	20	8/12	79.20 \pm 9.21	36.30 \pm 33.41
对照组	20	8/12	78.60 \pm 8.11	31.35 \pm 16.02
χ^2/t		0	0.219	0.597
P		1.000	0.828	0.554

1.2 方法 2 组患者均给予常规护理,包括健康宣教,按时翻身,抬高双下肢等。研究组:在常规护理的基础上给予 NMES 治疗(HB-SJ3 电刺激仪),刺激时间,2min 的肌肉激活(脉冲频率 5Hz,脉宽 150 μ s),26min 的训练(脉冲频率 50Hz,脉宽 200 μ s),2min 的肌肉放松(脉冲频率 6Hz,脉宽 150 μ s)^[9];刺激部位,双下肢股直肌、小腿三头肌;刺激强度,刺激强度逐渐增加,直到观察到双侧股直肌收缩以及踝关节有轻微活动;刺激周期,2 次/d,30min/次,每周 5d,持续 14d。对照组:在常规护理的基础上给予无效 NMES,全程为脉冲频率 1Hz,脉宽 100 μ s,刺激时间 30min^[10];刺激部位,双下肢股直肌、小腿三头肌;刺激强度,患者能感知电流刺激,但不产生肌肉收缩,且未引发关节活动;刺激周期,2 次/d,30min/次,每周 5d,持续 14d。

1.3 评定标准 ①血流动力学指标:2 组干预前后均予彩色多普勒超声采集血流动力学数据。患者取平卧位,双腿外展,稍屈曲,超声探头呈 60°,依次测量双侧股总静脉和腘静脉的峰值流速(V_m)以及管腔直径(D₂),并根据流速及管腔直径计算瘀滞指数(stasis index, SI),计算公式如下:SI=D₂/V_m,SI 值越大,提示静脉淤滞程度越高;②D-二聚体水平:清晨空腹抽取静脉血 1~2ml,采用凝固法监测血清 D-二聚体水平;③双下肢小腿围:患者取平卧,屈髋屈膝,将无弹力皮尺绕小腿放置,不压缩皮下组织,皮尺上下移动,选取肌肉最丰厚处测量小腿围度。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 26.0 软件对数据进行统计分析。符合正态分布且方差齐性的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间均数比较采用独立样本 *t* 检验,组内均数比较使用配对样本 *t* 检验;不符合正态分布时使用中位数和四分位数[M(P₂₅, P₇₅)]表示,组间比较使用秩和检验;组内比较使用配对样本 *t* 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组下肢血流动力学指标比较 干预前,2 组患者下肢双侧股总静脉和腘静脉的峰值流速、管径及静脉瘀滞指数均无统计学差异。干预 14d 后,研究组双

侧股总静脉峰值流速均较干预前增加($P<0.05$), 双侧股总静脉、腘静脉瘀滞指数均较干预前降低($P<0.05$); 对照组双侧股总静脉和腘静脉峰值流速、双侧股总静脉和腘静脉峰值管径均较干预前无统计学差异, 左侧股总静脉、左侧腘静脉瘀滞指数较干预前增加($P<0.05$)。组间差值结果比较显示, 研究组双侧下肢股总静脉、右侧腘静脉的峰值流速及管径较对照组显著提高($P<0.05$), 双侧下肢股总静脉、腘静脉瘀滞指数较对照组显著下降($P<0.05$)。见表2~4。

2.2 2组D-二聚体浓度及小腿围度比较 干预前2组患者D-二聚体浓度及小腿围度比较差异均无统计学意义。干预14d后, 研究组D-二聚体较干预前降低($P<0.05$), 对照组干预前后比较差异无统计学意义。

干预后2组小腿围度与干预前比较及干预后组间比较差异均无统计学意义。见表5。

3 讨论

约90%的静脉回流由行走时下肢(足、小腿和大腿)的肌肉泵作用产生, 肌肉收缩能够挤压深静脉丛, 从而促进血液回流^[11]。老年人在长期卧床的情况下, 缺乏下肢的主被动肌肉收缩, 肌肉泵的作用相应减弱, 血流减慢, 因此长期卧床(卧床时间 ≥ 72 h)以及高龄(≥ 65 岁)是发生DVT的高危因素^[9, 12-14], 严重威胁患者的生命安全。本研究通过彩色多普勒超声检查发现, NMES能够通过刺激肌肉的收缩, 增强肌肉泵作用, 加快静脉流速, 同时使管腔内径缩小, 从而降低瘀

表2 2组干预前后股总静脉和腘静脉峰值流速比较

cm/s, $\bar{x} \pm s/M(P25, P75)$

组别	时间	左侧股总静脉	左侧腘静脉	右侧股总静脉	右侧腘静脉
研究组 (n=20)	干预前	11.77±3.00	10.04(9.13,13.92)	10.50(10.04,11.86)	10.95(9.13,12.78)
	干预后	12.78(10.95,17.34) ^a	13.68±5.52 ^b	13.55±3.40 ^a	11.95±2.71
	差值	1.82(-0.91,7.76) ^b	2.51±5.88 ^b	2.28±4.23 ^b	0.77±3.23
对照组 (n=20)	干预前	12.78(11.41,13.69)	10.95(8.44,12.78)	11.86(10.27,13.46)	10.50(8.21,12.55)
	干预后	11.86(9.28,12.21)	9.13(8.22,10.04)	11.86(10.04,12.78)	10.80±2.93
	差值	-0.94(-2.74,0.84)	-1.52(-3.65,0.00)	-0.31(-2.67,1.37)	0.78(-1.75,3.42)

与干预前比较,^a $P<0.05$;与对照组比较,^b $P<0.05$

表3 2组干预前后股总静脉和腘静脉管径比较

mm, $\bar{x} \pm s/M(P25, P75)$

组别	时间	左侧股总静脉	左侧腘静脉	右侧股总静脉	右侧腘静脉
研究组 (n=20)	干预前	8.36±1.80	5.23±1.46	8.86±1.45	4.99±1.40
	干预后	7.41±1.68	3.75±1.04 ^b	7.58±1.77	4.18±1.06
	差值	-0.95±1.94 ^b	-1.48±1.62 ^b	-1.28±1.44 ^b	-0.81±1.01
对照组 (n=20)	干预前	7.16(5.95,7.79)	4.56±0.84	7.94±2.60	4.43±0.94
	干预后	8.25±2.43	4.81±0.77	8.43±2.42	4.62±1.00
	差值	0.87±1.32	0.25±1.01	0.49±1.42	0.08±1.32

与干预前比较,^a $P<0.05$;与对照组比较,^b $P<0.05$

表4 2组干预前后股总静脉和腘静脉瘀滞指数比较

$\bar{x} \pm s/M(P25, P75)$

组别	时间	左侧股总静脉	左侧腘静脉	右侧股总静脉	右侧腘静脉
研究组 (n=20)	干预前	6.56±3.02	2.71±1.54	7.56±3.20	2.53±1.78
	干预后	3.50(2.10,5.82) ^a	1.24±0.81 ^a	3.95(3.27,6.22) ^a	1.48(1.16,1.76) ^a
	差值	-2.21±3.53 ^b	-1.47±1.54 ^b	-1.28±1.44 ^b	-0.57(-1.37,-0.29) ^b
对照组 (n=20)	干预前	4.75±2.75	1.69(1.32,2.95)	4.69(2.24,6.11)	1.89±0.66
	干预后	6.64±4.10 ^a	2.64±1.14 ^a	5.17(3.34,9.33)	2.22±1.21
	差值	1.90±2.70	0.53±0.97	0.99±2.39	0.33±1.45

与干预前比较,^a $P<0.05$;与对照组比较,^b $P<0.05$

表5 2组干预前后D-二聚体浓度和下肢小腿围比较

$\bar{x} \pm s/M(P25, P75)$

组别	n	时间	D-二聚体(mg/L)	小腿围(cm)	
				左侧	右侧
研究组	20	干预前	0.90(0.53,2.23)	25.25(23.25,26.38)	26.13±4.05
		干预后	0.67(0.33,1.04) ^a	25.70±3.74	25.00(23.25,26.38)
		差值	-0.21(-1.03,-0.01)	-0.05±1.16	0.00(-1.00,0.50)
对照组	20	干预前	0.67(0.38,1.30)	25.50(24.63,29.88)	25.00(24.63,29.50)
		干预后	0.57(0.25,1.63)	25.00(24.00,30.50)	26.65±3.60
		差值	-0.04(-0.55,0.08)	0.00(-0.50,0.00)	0.00±1.18

与干预前比较,^a $P<0.05$

滞指数。然而,在 D-二聚体水平和下肢小腿围改善方面,并未观察到显著的优势。在干预过程中,2 组均未出现皮肤破溃、溃疡和水疱等不良反应,表明神经肌肉电刺激具有良好的安全性。

DVT 诊断的金标准为下肢静脉造影,但其检查为有创,且费用较高,不便于患者反复检查^[15]。而彩色多普勒超声检查是一种无创、操作简便、可重复进行的技术,在对股腘静脉的血栓诊断中具有高达 90% 以上的准确率,表现出较高的敏感性和准确性^[16]。相关指南认为其是 DVT 诊断的首选方法,适用于 DVT 的筛查和监测^[17]。此外,它还能准确测量腘股静脉的流速和管腔直径。Ojima 等^[9] 在一项研究中观察到,经电刺激处理后,促进了肌肉的收缩,患者的腘静脉和股总静脉流速均有所增加,这与本研究结果类似。此外,静脉瘀滞是由于血流速度减慢导致红细胞聚集形成的回声聚集物,观察静脉瘀滞可以深入了解静脉回流、血流动力学和静脉瓣功能中起作用的相对作用力^[18]。而根据泊肃叶方程推导出的静脉瘀滞指数^[19],在有血栓和无血栓的患者中,前者的瘀滞指数明显高于后者,该指数的升高意味着流速的减慢和血管内径的扩张,进而增加了血栓风险,因此静脉瘀滞指数在血栓风险评估中具有重要意义^[19-20]。静脉流速的增加往往可以减少这类血管内聚集物的形成,因此在本研究中,经过神经肌肉电刺激干预后,研究组患者的下肢静脉瘀滞指数明显降低,且效果显著优于对照组。这与前人对自发性脑出血患者使用 NMES 的研究结果一致^[21-22],也与术后使用 NMES 预防血栓的效果一致^[23]。相比之下,对照组患者在常规护理的基础上采用的神经肌肉电刺激参数较低,无法高效激活肌肉泵和增加血液流速,因此干预效果不佳。

D-二聚体是由交联纤维蛋白在纤维酶的作用下产生的特殊降解产物,被认为是一种灵敏的血栓标志物。体内的纤溶系统是维持凝血和抗凝平衡的重要环节^[24],当 D-二聚体水平升高时,表明体内凝血和纤溶活性异常,血液处于高凝状态,从而易导致血栓形成。间歇性的电刺激作用于肌肉泵一方面增加了静脉血流速度和流量,另一方面这会增加静脉壁剪切应力,这些机械力导致内皮细胞反应,从而使得 NMSE 具有促纤溶和抗血栓作用^[25]。本研究结果显示,研究组患者的 D-二聚体水平明显下降,表明神经肌肉电刺激能够一定程度上降低血栓风险。然而,2 组干预后的结果比较未显示出明显差异。这可能是由于本研究选择了未发生血栓的患者,因此改善程度相对较为有限。且 D-二聚体水平在其他如肿瘤、出血、炎症以及随着年龄的增长等,也会随之升高^[26],而本研究主要着眼点在于

老年人血流动力学的变化,因此对于其他情况导致的 D-二聚体水平异常可能影响不显著。

小腿围度的测量是一种简便易行的方法,用于观察肌肉质量和营养状况,同时也是筛查和诊断肌少症的有效手段^[27-28]。由于长期卧床,老年患者的运动量减少,导致肌肉质量普遍下降,进而引发肌肉力量下降和躯体功能障碍^[29],研究显示,NMES 可以通过促进肌蛋白合成、抑制肌蛋白水解以及卫星细胞再生分化等途径,维持肌肉质量,预防肌肉萎缩^[30-32]。然而,在本研究中,2 组卧床老人小腿围在干预前后未显示出明显差异。这可能是由于卧床时间过长,导致肌肉大幅度萎缩。虽然 NMES 可以减缓肌肉的萎缩或者保持肌肉质量,但并不能逆转已经发生的肌肉萎缩^[33],因此在肌肉围度上未能体现出明显的改善。

综上所述,NMES 通过触发肌肉收缩,促进下肢血液循环,可作为一种安全的物理方式预防长期卧床老人的血栓形成,具有重要的临床应用价值。然而,本研究还存在一些不足之处,包括未进行患者的长期随访追踪,因此尚未明确 NMES 对于长期卧床老人预防 DVT 的长期效果。另外,样本量较小也是一个限制因素,需要进一步深入研究以验证本研究的结论。

【参考文献】

- [1] 侯佳伟. 从七次全国人口普查看我国人口发展新特点及新趋势[J]. 学术论坛, 2021, 44(5): 1-14.
- [2] Zhang Z, Lei J, Shao X, et al. Trends in Hospitalization and In-Hospital Mortality From VTE, 2007 to 2016, in China[J]. Chest, 2019, 155(2): 342-353.
- [3] 蒋鹏, 刘建龙, 贾伟, 等. 《欧洲血管外科学会(ESVS)2021 年静脉血栓管理临床实践指南》临床热点解读[J]. 中国普通外科杂志, 2022, 31(6): 717-727.
- [4] 周玉杰, 杨士伟. 美国胸科医师协会第九版抗栓治疗及血栓预防指南静脉血栓栓塞性疾病最新进展[J]. 中国医学前沿杂志, 2013, 3(5): 33-37.
- [5] 中华医学会骨科学分会. 中国骨科大手术静脉血栓栓塞症预防指南[J]. 中华骨科杂志, 2016, 32(2): 65-71.
- [6] 刘莲, 刘宁, 蔡华波. 神经肌肉电刺激预防重症病房患者下肢深静脉血栓形成的新进展[J]. 全科医学临床与教育, 2022, 20(11): 1028-1031.
- [7] 鲁银山, 郭铁成. 神经肌肉电刺激预防下肢静脉血栓形成的研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(10): 953-956.
- [8] Wells PS, Anderson DR, Rodger M, et al. Evaluation of D-dimer in the diagnosis of suspected deep-vein thrombosis[J]. N Engl J Med, 2003, 349(13): 1227-1235.
- [9] Ojima M, Takegawa R, Hirose T, et al. Hemodynamic effects of electrical muscle stimulation in the prophylaxis of deep vein thrombosis for intensive care unit patients; a randomized trial[J]. J Intensive Care, 2017, 5: 1-9.
- [10] 叶燕语, 王金武, 万克明. 预防深静脉血栓的小型经皮神经电刺

- 激系统[J]. 生物医学工程研, 2018, 37(4): 460-464.
- [11] Williams K J, Ravikummar R, Gaweesh A S, et al. A Review of the Evidence to Support Neuromuscular Electrical Stimulation in the Prevention and Management of Venous Disease[M]. Thrombosis and Embolism; from Research to Clinical Practice. 2016; 377-386.
- [12] 杨国强. 急性脑卒中后深静脉血栓形成危险因素分析[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学, 2015.
- [13] Golomb BA, Chan VT, Denenberg JO, et al. Risk marker associations with venous thrombotic events; a cross-sectional analysis [J]. BMJ Open, 2014, 4(3):e003208.
- [14] Minges KE, Bikdeli B, Wang Y, et al. National Trends in Pulmonary Embolism Hospitalization Rates and Outcomes for Adults Aged ≥ 65 Years in the United States (1999 to 2010)[J]. The American Journal of Cardiology, 2015, 116(9): 1436-1442.
- [15] Karande G Y, Hedgire S S, Sanchez Y, et al. Advanced imaging in acute and chronic deep vein thrombosis[J]. Cardiovascular Diagnosis and Therapy, 2016, 6(6): 493-507.
- [16] Geersing G J, Zuithoff N P A, Kearon C, et al. Exclusion of deep vein thrombosis using the Wells rule in clinically important subgroups: individual patient data meta-analysis[J]. BMJ, 2014, 348: g1340.
- [17] 李晓强, 张福先, 王深明. 深静脉血栓形成的诊断和治疗指南(第三版)[J]. 中国血管外科杂志, 2017, 9(4): 250-257.
- [18] Lattimer C R, Azzam M, Papaconstandinou J A, et al. Neuromuscular electrical stimulation reduces sludge in the popliteal vein [J]. Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders, 2018, 6(2): 154-162.
- [19] 邹林汝, 谭开彬, 高云华, 等. 静脉瘀滞指数对关节置换术后下肢深静脉血栓风险的评估[J]. 中国超声医学杂志, 2015, 31(11): 1032-1034.
- [20] 甘玲, 刘山俊, 肖夏, 等. 静脉瘀滞指数评估妇科恶性肿瘤切除术后下肢深静脉血栓发生风险[J]. 医学影像学杂志, 2019, 29(6): 1031-1034.
- [21] 张慧燕, 金兰英, 高峰. 神经肌电刺激对自发性脑出血患者下肢深静脉血栓形成预防效果与凝血功能的影响[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2022, 8(2): 246-253.
- [22] Badger J, Taylor P, Papworth N, et al. Electrical stimulation devices for the prevention of venous thromboembolism: Preliminary studies of physiological efficacy and user satisfaction[J]. J Rehabil Assist Technol Eng, 2018, 5: 2055668318800218.
- [23] Xiong J, Zhang Q, Li Y. Clinical Study of Neuromuscular Electrical Stimulation in the Prevention of Deep Venous Thrombosis of Lower Extremities after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction[J]. J Healthc Eng, 2022, 2022: 7857272.
- [24] 蔡新萌, 张丹, 孙兵. 应变式弹性成像联合D-二聚体对下肢深静脉血栓分期的诊断价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(19): 2091-2094.
- [25] Izumi M, Ikeuchi M, Aso K, et al. Less deep vein thrombosis due to transcutaneous fibular nerve stimulation in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial [J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2014, 23(11): 3317-3323.
- [26] 裴玉新. 年龄校正的D-二聚体联合血气分析、临床量表评分对肺栓塞的诊断价值[D]. 郑州:河南科技大学, 2022.
- [27] Kim S, Kim M, Lee Y, et al. Calf Circumference as a Simple Screening Marker for Diagnosing Sarcopenia in Older Korean Adults: the Korean Frailty and Aging Cohort Study (KFACS)[J]. Journal of Korean Medical Science, 2018, 33(20):e151.
- [28] 黎梦丽, 刘闵敬, 周思美, 等. 上臂围和小腿围在社区老年肌少症患者筛查诊断中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2021, 27(8): 982-992.
- [29] 王俊琳, 郝明秀, 唐吟菡, 等. 慢性病共病、相位角与老年人肌少症相关的肌肉质量减少的关系研究[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2024, 44(2): 1-8.
- [30] Kim S, Kim M, Lee Y, et al. Neuromuscular Electrical Stimulation Preserves Leg Lean Mass in Geriatric Patients[J]. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2020, 52(4): 773-784.
- [31] 谢豪娜, 王楠, 刘绪涛. 功能性电刺激联合神经肌肉激活技术训练对外伤性脊髓损伤肌肉和神经康复的影响[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(19): 2106-2110.
- [32] 杨佳佳, 徐义明, 白跃宏. 神经肌肉电刺激预防废用性肌萎缩作用机制及研究进展[J]. 中国康复, 2020, 35(3): 153-156.
- [33] 侯小干, 林国东, 徐崇孝, 等. 重症患者肌肉流失的诊疗进展[J]. 中国急救医学, 2023, 43(12): 999-1003.

作者·读者·编者

《中国康复》杂志实行网站投稿

《中国康复》杂志已经实行网上投稿系统投稿,网址 <http://www.zgkfzz.com>,欢迎广大作者投稿,并可来电咨询,本刊电话:027-69378389, E-mail:zgkf1986@163.com;kfk@tjh.tjmu.edu.cn。