

瞬时脉冲足底静脉泵在髋膝关节置换术后预防深静脉血栓形成的应用研究

王立群^{1,2,3} 张红英^{1,2,3} 宁宁^{1,2,3} 陈佳丽^{1,2,3} 周宗科^{1,2} 廖霞^{1,2,3} 李佩芳^{1,2,3} 李晔^{1,2,3}

【摘要】 目的 探讨瞬时脉冲足底静脉泵预防全髋/膝关节置换术后深静脉血栓形成(DVT)的效果,为临床医护人员选择最优的机械预防方式提供参考依据。**方法** 选取2019年11月至2020年8月在我院关节外科拟行全髋/膝关节置换术的病人210例,随机分为观察组(105例)和对照组(105例);术后,观察组和对照组分别使用瞬时脉冲足底静脉泵和间歇性充气加压装置预防DVT。观察比较两组病人术后DVT的发生率、术后D-二聚体、C-反应蛋白、白细胞介素-6和患肢肿胀情况,住院时间和使用机械设备预防DVT的舒适度。**结果** 术后2周,观察组DVT总发生率为6.67%,对照组为9.52%,两组比较,差异无统计学意义($P>0.05$);观察组病人机械设备使用的舒适度高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 瞬时脉冲足底静脉泵可有效预防全髋/膝关节置换术后DVT,且舒适度高于间歇充气加压装置,预防DVT的时间成本低,值得临床推广。

【关键词】 足底静脉泵;间歇充气加压装置;关节置换术;深静脉血栓;瞬时脉冲

Application of Transient Pulse Plantar Venous Pump in the Prevention of Deep Venous Thrombosis after Hip and Knee Arthroplasty. WANG Li-qun^{1,2,3}, ZHANG Hong-ying^{1,2,3}, NING Ning^{1,2,3}, CHEN Jia-li^{1,2,3}, ZHOU Zong-ke^{1,2}, LIAO Xia^{1,2,3}, LI Pei-fang^{1,2,3}, LI Ye^{1,2,3}. ¹Department of Orthopaedics, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; ²Orthopaedic Research Institute, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; ³West China School of Nursing, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: NING Ning, E-mail: gkningning@126.com

【Abstract】 Objective To explore the effect of transient pulse plantar venous pump in preventing deep vein thrombosis after total hip/knee arthroplasty, and to provide reference for clinical medical staff to choose the optimal mechanical prevention method. **Methods** A total of 210 patients who underwent total hip/knee arthroplasty in the joint surgery department of a tertiary hospital in Sichuan Province from November 2019 to August 2020 were enrolled and randomly divided into the experimental group (105 cases) and the control group (105 cases). The experimental group was given transient pulse plantar venous pump on the basis of routine surgery. The control group was subjected to intermittent pneumatic compression device. The incidence of deep vein thrombosis, postoperative D - dimer, C - reactive protein, interleukin - 6, swelling of the affected limb, hospitalization time and the comfort evaluation of mechanical prevention equipment were compared between the two groups of patients. **Results** The total incidence of deep vein thrombosis was 6.67% in the observation group and 9.52% in the control group two weeks after operation. There was no significant difference between the two groups ($P>0.05$). The comfort evaluation of mechanical prevention equipment in the observation group was higher than that in the control group, with a statistically significant difference ($P<0.05$). **Conclusion** Instantaneous pulse plantar venous pump can effectively prevent deep venous thrombosis after total hip/knee arthroplasty, reduce its incidence, and its comfort is higher than that of intermittent pneumatic compression device. The time cost of DVT prevention is low, which is worthy of clinical promotion.

【Key words】 Plantar venous pump; Intermittent pneumatic compression device; Joint replacement; Deep vein thrombosis; Transient pulse

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2022.05.012

基金项目:四川省科技厅重点研发项目(2021YFS0068);四川大学华西医院学科卓越发展1·3·5工程护理学科发展专项基金(HXHL20003)

作者单位:1. 四川大学华西医院骨科,成都 610041;2. 四川大学华西医院骨科研究所,成都 610041;3. 四川大学华西护理学院,成都 610041

通信作者:宁宁, E-mail: gkningning@126.com

随着全球人口老龄化加剧、人类预期寿命延长,骨关节疾病的发病人数不断增加^[1],人工全髋关节置换术(total hip arthroplasty, THA)、全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)作为现阶段临床上治疗终末期髋/膝关节疾病较为有效的方法^[2],通过植入人工关节替代病变的关节,从而有效缓解疼痛、改善关节功能^[3]。越来越多的病人接受THA/TKA,国内数据显示,THA和TKA数量以25%~30%逐年递增^[4],2018年近70万例^[5]。

然而,人工THA/TKA手术创伤大,术中血管静脉壁损伤,再加上病人术前卧床时间长、术中制动、术后活动量下降等原因,术后发生深静脉血栓形成(deep vein thrombosis, DVT)的风险较高,DVT成为病人最常见、最严重的并发症之一^[6-8]。据报道在无预防措施的情况下,欧洲和北美地区THA/TKA术后DVT的发生率为48%~84%^[9-10];我国邱贵兴等研究显示THA/TKA术后DVT发生率为30.8%~47.1%^[11-12]。目前,临床多主张采取适当的预防措施降低DVT发生风险,其中间歇性充气加压装置与足底静脉泵是THA/TKA术后两种最常用的机械预防措施。但关于间歇性充气加压装置与足底静脉泵预防DVT的比较研究较少,国内外缺乏“0.2 s”瞬时脉冲足底静脉泵的相关研究报道,其临床效果尚不明确。基于此,本研究通过比较瞬时脉冲足底静脉泵与间歇性充气加压装置在THA/TKA术后预防DVT的效果差异,探讨瞬时脉冲足底静脉泵预防DVT的效果,为临床决策提供依据。

资料与方法

一、纳入标准和排除标准

纳入标准:①年龄为40~85岁;②诊断为髋、膝关节骨关节炎或类风湿性关节炎、股骨头缺血性坏死的病人;③行单侧THA/TKA病人;④病人血液检查、心电图、胸片等检查排除手术禁忌者;⑤双下肢彩超结果无慢性血管疾病及DVT阴性;⑥病人及家属同意参与本研究,且病人自主签署研究知情同意书。排除标准:①患有充血性心力衰竭、不稳定性高血压者;②已诊断有DVT、肺栓塞、血栓性静脉炎、周围神经病变者;③病人下肢或足部已存在病变,如坏疽、严重畸形、皮炎及近期皮肤移植者等;④有精神方面问题,言语及认知障碍等不能交流的病人。

二、一般资料

选取2019年11月至2020年8月,在我院关节外科拟行THA/TKA的病人210例,其中,女149例,男

61例;年龄为(62.61±9.36)岁(40~85岁)。两组病人基本资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$,表1)。

三、治疗方法

两组病人的手术均由同一医疗团队完成。手术均采用全身麻醉,THA采用后外侧切口,然后植入生物型非骨水泥固定假体。TKA采用前正中切口,植入的假体均使用膝关节后稳定固定平台假体,使用骨水泥固定。以上两类手术在实施的过程中均不使用止血带,不放置引流管和尿管,同时采用限制性输液策略。两组病人手术结束返回病房后,除机械预防DVT的措施不同外,均采用相同的基本预防、药物预防(术后8 h)和围手术期护理措施。

观察组机械预防措施:病人术后返回病房后,由1名经过培训的护士为其安置瞬时脉冲足底静脉泵,参数设置:压力设为130 mmHg,持续3 s,间隔20 s,持续使用6 h。对照组机械预防措施:由1名经过培训的护士为其安置间歇充气加压装置,THA术后患肢和健肢均使用小腿套,TKA术后使用足套(患肢)+小腿套(健肢),参数设置:压力在足踝部、小腿部分别为45 mmHg和35 mmHg^[13],持续3 s,间隔15 s,持续使用18 h。

四、观测指标

①术后第1天、术后2周采用双下肢静脉彩色超声多普勒检查下肢DVT发生情况,对比两组病人的DVT发生率。②术后第1天,对比两组病人的D-二聚体、C-反应蛋白(CRP)及白细胞介素-6(IL-6)水平差异;③术后第1天、第2天和术后2周,测量病人患侧肢体周径,比较两组病人患侧肢体肿胀情况;④机械预防DVT结束后,采用自行设计的问卷调查比较两组病人的舒适度情况。问卷共9个条目,包括病人对治疗仪的声音、压力、材质的感受评价,及对病人睡眠、活动方面的影响的舒适度评价。选用Likert 5级得分法,即“一点也不”“有一点”“中度”“相当”“非常”,分别取值5、4、3、2、1分。⑤观察两组病人住院时间。

五、统计学分析

数据使用Excel软件双人录入方式,SPSS 20.0统计软件(IBM公司,美国)进行统计分析。本研究涉及的相关计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)、中位数、四分位间距 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示;对于所收集的相关计数资料用构成比(%)、频数进行描述。两组病人基本资料、疾病相关资料及住院时间的比较采用卡方检验、秩和检验、独立样本 t 检验;DVT发生率采用卡方检验。两组病人的D-二聚体、CRP、IL-6

表 1 两组病人基本资料比较

变量	观察组 (105 例)	对照组 (105 例)	统计值	P 值	变量	观察组 (105 例)	对照组 (105 例)	统计值	P 值
性别(男/女,例)	33/72	28/77	0.578	0.447	主要诊断[(例(%))]				
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	62.25 $\pm$ 9.66	62.97 $\pm$ 9.10	-0.556	0.579	骨关节炎	79(75.24)	84(80.00)		
民族[(例(%))]					类风湿性关节炎	4(3.81)	7(6.67)	2.712	0.240
汉族	102(97.14)	99(94.29)	1.045	0.498	股骨头坏死	22(20.95)	14(13.33)		
少数民族	3(2.86)	6(5.71)			合并症[(例(%))]				
文化程度[(例(%))]					无	27(25.71)	21(20.00)		
小学及以下	48(45.71)	49(46.66)	-0.032	0.975	1种	30(28.57)	36(34.29)	1.295	0.541
初中	25(23.81)	24(22.86)			≥ 2 种	48(45.72)	48(45.71)		
高中/中专	17(16.19)	16(15.24)			用药数量[(例(%))]				
本科/大专及以上	15(14.29)	16(15.24)			无	57(54.29)	55(52.38)		
吸烟史[(例(%))]					1~4种	44(41.90)	46(43.81)	-0.050	0.960
有	19(18.10)	17(16.19)	0.134	0.714	≥ 5 种	4(3.81)	4(3.81)		
无	86(81.90)	88(83.81)			手术类型[(例(%))]				
饮酒史[(例(%))]					THA	52(49.52)	41(39.05)	2.335	0.126
有	15(14.29)	17(16.19)	0.147	0.701	TKA	53(50.48)	64(60.95)		
无	90(85.71)	88(83.81)			手术部位[(例(%))]				
身体质量指数($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	24.90 $\pm$ 3.39	25.03 $\pm$ 3.46	-0.275	0.784	左侧	42(40.00)	52(49.52)	1.926	0.165
病程($\bar{x}\pm s$,年)	8.42 $\pm$ 5.96	8.32 $\pm$ 6.86	0.113	0.910	右侧	63(60.00)	53(50.48)		

水平数据、病人舒适度情况采用 Mann-Whiney 秩和检验;两组病人术前、术后第 1 天、术后第 2 天、术后 2 周患肢周径的比较采用重复测量数据的方差分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组病人手术后 DVT 发生情况比较

本研究观察组病人发生近端 DVT 2 例(1.90%)、肌间静脉血栓 6 例(5.71%),共计发生 DVT 8 例,总发生率为 7.62%;对照组病人发生远端 DVT 3 例(2.86%)、肌间静脉血栓 9 例(8.57%),共计发生 DVT 12 例,总发生率为 11.43%。观察组与对照组的近端 DVT 发生率、远端 DVT 发生率、肌间静脉血栓发生率及 DVT 总发生率均无统计学差异($P > 0.05$,表 2)。

二、两组病人手术后凝血指标、炎性指标比较

两组病人手术后第 1 天的 D-二聚体、CRP 和 IL-6 水平比较,差异均无统计学意义(P 均 > 0.05 ,表 3)。

三、两组病人手术后患侧肢体肿胀情况比较

患侧髌骨上缘 10 cm 肿胀情况,经重复测量方差分析:时间效应可以显著影响患肢髌骨上缘 10 cm 周径的变化($F=41.312$, $P=0.001$),表明患肢髌骨上缘

表 2 两组病人手术后深静脉血栓发生情况比较[例(%)]

项目	观察组 (105 例)	对照组 (105 例)	χ^2 值	P 值
术后第 1 天				
近端 DVT	2(1.90)	0	-	0.498
远端 DVT	0	3(2.86)	-	0.121
肌间静脉血栓	4(3.81)	7(6.67)	0.896	0.344
发生率	6(5.71)	10(9.52)	1.082	0.622
术后 2 周				
近端 DVT	2(1.90)	0	-	0.498
远端 DVT	0	2(1.90)	-	0.246
肌间静脉血栓	5(4.76)	8(7.62)	0.739	0.390
发生率	7(6.67)	10(9.52)	0.576	0.448
总体 DVT				
近端 DVT	2(1.90)	0	-	0.498
远端 DVT	0	3(2.86)	-	0.121
肌间静脉血栓	6(5.71)	9(8.57)	0.679	0.410
发生率	8(7.62)	12(11.43)	0.884	0.347

10 cm 周径随着时间的变化出现显著变化;组别不能显著影响患肢髌骨上缘 10 cm 周径的变化($F=0.003$, $P=0.958$),表明两组病人患肢髌骨上缘 10 cm 周径无明显差异;时间和组别之间无交互效应($F=1.498$, $P=0.216$),表明不同时间患肢髌骨上缘 10 cm 周径不受组别的影响。

表3 两组病人手术后第1天凝血指标、炎症指标比较[M(P₂₅, P₇₅)]

组别	例数	D-二聚体(mg/L)	CRP(mg/L)	IL-6(pg/mL)
观察组	105	2.17(1.16, 3.66)	23.40(14.25, 28.80)	38.70(29.15, 43.80)
对照组	105	2.24(1.62, 4.08)	25.90(15.05, 34.45)	34.20(23.90, 42.61)
Z值	-	-1.306	-1.493	-1.658
P值	-	0.192	1.135	0.097

患侧髌骨下缘10 cm肿胀情况,经重复测量方差分析:时间效应可以显著影响患肢髌骨下缘10 cm周径的变化($F=33.820$, $P=0.001$),表明患肢髌骨下缘10 cm周径随着时间的变化出现显著变化;组别不能显著影响患肢髌骨下缘10 cm周径的变化($F=0.415$, $P=0.520$),表明两组病人患肢髌骨下缘10 cm周径无明显差异;时间和组别之间无交互效应($F=1.359$, $P=0.256$),表明不同时间患肢髌骨下缘10 cm周径不受组别的影响。见表4。

四、两组病人的舒适度比较

两组病人舒适度评分,在肢体感觉紧绷、肢体发热、肢体出汗、皮肤发痒、影响活动、影响休息和睡眠6个条目方面,差异有统计学意义($P<0.05$,表5);在受仪器声音影响、肢体感觉麻木、加重伤口疼痛3个条目方面,差异无统计学意义($P>0.05$)。观察组病人舒适度评分总分[45(43, 45)]高于对照组舒适度评分总分[39(37, 41)],两组总分差异有统计学意义($Z=-10.065$, $P<0.001$)。

观察组住院时间为(5.10 ± 1.40) d,对照组为(5.09 ± 1.23) d,两组比较,差异无统计学意义($P>$

0.05)。

讨 论

一、预防下肢DVT机制

上世纪八十年代初期, Gardner等^[14]提出人体足底静脉丛如同一个生理性血泵,并提出可用于预防下肢静脉血栓的设想。1989年,足底静脉泵被研发生产应用于临床。 Fordyce等^[15]证实了足底静脉泵能与正常行走一样有效地维持下肢静脉血液循环。此后,足底静脉泵被广泛用于术后静脉血栓预防。足底静脉泵通过气压快速冲击足底,促使血液从足底静脉丛内快速回流入下肢深静脉,加速下肢血液循环,减轻下肢血液瘀滞,同时可增加血管内皮细胞纤维蛋白溶解系统的活性,刺激内源性纤维蛋白溶酶活性,产生抗凝作用,达到预防DVT形成和消除肿胀的目的^[16-17]。足底静脉泵仅对足部包裹,较间歇充气加压装置更容易穿戴,对于腿部皮肤存在问题的病人可考虑采用足底静脉泵,具有方便、使用范围广的特点。足底静脉泵的充气时间为0.4~0.7 s,压力可达120~160 mmHg,间隔时间20 s,持续1~3 s^[17-18],能够使股静脉容积增加(20.3 ± 27.2) mL/min,腓静脉的峰值静脉速度增加250%,从而减少小腿DVT的形成^[18]。

二、使用时间选择

本研究间歇充气加压装置的使用时长根据《ACCP循证临床实践指南(第九版)》中推荐使用时间为每天18 h^[7],瞬时脉冲足底静脉泵使用时长根据足底静脉泵的相关研究显示每天连续使用4 h

表4 两组病人术后患侧肢体肿胀情况比较($\bar{x}\pm s$, cm)

组别	例数	髌骨上缘10 cm				髌骨下缘10 cm			
		术前	术后第1天	术后第2天	术后2周	术前	术后第1天	术后第2天	术后2周
观察组	105	42.197±4.273	42.690±4.233	42.897±4.286	42.465±4.118	33.857±2.949	34.123±2.967	34.263±2.997	34.082±2.985
对照组	105	42.116±4.434	42.673±4.382	42.952±4.411	42.445±4.540	33.515±3.242	33.838±3.175	34.085±3.196	33.790±3.268
统计值	-	$F_{\text{时间}}=41.312$, $P_{\text{时间}}=0.001$; $F_{\text{组别}}=0.003$, $P_{\text{组别}}=0.958$; $F_{\text{组别}\times\text{时间}}=1.498$, $P_{\text{组别}\times\text{时间}}=0.216$				$F_{\text{时间}}=33.820$, $P_{\text{时间}}=0.001$; $F_{\text{组别}}=0.415$, $P_{\text{组别}}=0.520$; $F_{\text{组别}\times\text{时间}}=1.359$, $P_{\text{组别}\times\text{时间}}=0.256$			

表5 两组病人的舒适度比较(一点也不/有一点/中度/相当/非常,例)

组别	例数	受仪器声音影响	肢体感觉紧绷	肢体感觉麻木	加重伤口疼痛	肢体发热	肢体出汗	皮肤发痒	影响活动	影响休息和睡眠
观察组	105	95/10/0/0/0	99/6/0/0/0	102/3/0/0/0	102/3/0/0/0	71/20/14/0/0	69/22/14/0/0	104/1/0/0/0	102/1/2/0/0	98/5/2/0/0
对照组	105	88/17/0/0/0	49/27/20/5/4	101/4/0/0/0	96/8/1/0/0	33/42/25/3/2	29/45/25/4/2	93/11/0/1/0	14/40/37/14/0	25/42/33/4/1
Z值	-	-1.440	-7.668	-0.384	-1.788	-5.026	-5.311	-3.145	-11.605	-9.984
P值	-	0.150	0.001	0.701	0.074	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001

能够降低下肢 DVT 发生率,与每天使用 24 h 无明显差异^[19-21],结合临床专家意见,确定为在采用药物预防之前的 6 h 内使用瞬时脉冲足底静脉泵预防 DVT。

三、预防 DVT 疗效比较

本研究结果显示,观察组术后第 1 天 DVT 发生率为 5.71%,术后 2 周 DVT 发生率为 6.67%,总体 DVT 发生率为 7.62%,多为远端肌间静脉血栓,与 Pour 等^[22]研究结果相似。足底静脉泵预防 THA/TKA 术后 DVT 发生率的范围在 1.6%~13.16%^[23-25]。对照组术后第 1 天、术后 2 周 DVT 发生率均为 9.52%,总体 DVT 发生率为 11.43%,多为远端肌间静脉血栓,与谢锦伟等^[26]研究结果相似。由于存在随机误差,本研究观察组发生 2 例近端 DVT,对照组发生 3 例远端 DVT, DVT 发生差异均无统计学意义($P > 0.05$),因此在进一步的研究中,应加大样本数量,以减少随机误差的影响。间歇充气加压装置预防 THA/TKA 术后 DVT 发生率报道不一,范围在 1.3%~22.8%^[27-29]。可能与纳入研究对象、手术技术及具体 DVT 预防方法存在差异有关。

本研究发现,THA/TKA 术后每天连续 6 h 使用瞬时脉冲足底静脉泵预防 DVT 的效果与每天连续 18 h 使用间歇充气加压装置的效果相似。分析原因,可能与瞬时脉冲足底静脉泵产生“0.2 s”瞬时脉冲,压力达 130 mmHg,对足底静脉丛进行刺激,促使该部位及下肢血液高速回流形成湍流,进而冲刷静脉瓣膜后方,促进静脉回流有关,同时与增加血管内皮细胞纤维蛋白溶解系统的活性,刺激内源性纤维蛋白溶酶活性,以促使抗凝作用的发生,由此减少 DVT 发生风险有关^[17]。这可能与我们应用加速康复理念,针对所有关节置换病人都采取基本预防、药物预防与机械预防相结合的方式,短时间应用足底静脉泵,有利于病人睡眠和休息,增加术侧肢体活动,从而降低 DVT 发生率有关^[30]。

综上所述,人工关节置换术后应用瞬时脉冲足底静脉泵预防 THA/TKA 术后 DVT 的效果与间歇充气加压装置相似,可有效降低 DVT 发生率。同时,相较于间歇充气加压装置,瞬时脉冲足底静脉泵预防 DVT 的时间成本低,使用舒适度更高,值得临床推广。

参 考 文 献

- [1] Safiri S, Kolahi AA, Smith E, et al. Global, regional and national burden of osteoarthritis 1990-2017: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Ann Rheum Dis*, 2020, 79(6): 819-828.
- [2] Bijlsma JW, Berenbaum F, Lافefer FP. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice [J]. *Lancet*, 2011, 377(9783): 2115-2126.
- [3] Stewart SP. Joint replacement and rapid mobilization: a clinical perspective on rapid arthroplasty mobilization protocol [J]. *Orthop Nurs*, 2012, 31(4): 224-229.
- [4] 李金龙, 陵廷贤, 罗泽宇, 等. 中国髋、膝关节置换日间手术的临床应用与发展前景[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2017, 10(1): 76-83.
- [5] 彭慧明, 翁习生. 人工髋、膝关节置换术应用的原则与策略[J]. *骨科临床与研究杂志*, 2019, 4(6): 321-324.
- [6] 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, 36(2): 65-71.
- [7] Falck-Ytter Y, Francis CW, Johanson NA, et al. Prevention of VTE in orthopedic surgery patients: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence - Based Clinical Practice Guidelines [J]. *Chest*, 2012, 141(2 Suppl): e278S-e325S.
- [8] 中国健康促进基金会血栓与血管专项基金专家委员会. 静脉血栓栓塞症机械预防中国专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(7): 484-492.
- [9] Kearon C, Kahn SR, Agnelli G, et al. Antithrombotic therapy for venous thromboembolic disease: American College of Chest Physicians Evidence - Based Clinical Practice Guidelines (8th Edition) [J]. *Chest*, 2008, 133(6 Suppl): 454S-545S.
- [10] Sudo A, Sano T, Horikawa K, et al. The incidence of deep vein thrombosis after hip and knee arthroplasties in Japanese patients: a prospective study [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2003, 11(2): 174-177.
- [11] 邱贵兴, 杨庆铭, 余楠生, 等. 低分子肝素预防髋、膝关节手术后下肢深静脉血栓形成的多中心研究[J]. *中华骨科杂志*, 2006, 26(12): 819-822.
- [12] 吕厚山, 徐斌. 人工关节置换术后下肢深静脉血栓形成[J]. *中华骨科杂志*, 1999, 19(3): 155-156, 160.
- [13] 山慈明, 尹慧珍, 杜书明, 等. 围手术期深静脉血栓形成的物理预防研究进展[J]. *中华护理杂志*, 2014, 49(3): 349-354.
- [14] Gardner AM, Fox RH. The venous pump of the human foot: preliminary report [J]. *Bristol Med Chir J*, 1983, 98(367): 109-112.
- [15] Fordyce MJ, Ling RS. A venous foot pump reduces thrombosis after total hip replacement [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1992, 74(1): 45-49.
- [16] 陈昊洋, 柏茜, 袁源, 等. 手术相关深静脉血栓术中预防的研究进展[J]. *中国实用护理杂志*, 2014, 30(15): 6-9.
- [17] 范海静. 动静脉足泵对下肢血流动力学及左室收缩功能影响的超声研究[D]. 大连: 大连医科大学, 2011.
- [18] Westrich GH, Specht LM, Sharrock NE, et al. Pneumatic compression hemodynamics in total hip arthroplasty [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2000(372): 180-191.
- [19] Pitto RP, Hamer H, Heiss-Dunlop W, et al. Mechanical prophylaxis of deep-vein thrombosis after total hip replacement: a randomised clinical trial [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2004, 86(5): 639-642.
- [20] 田荔珍. 足底动静脉脉冲系统预防下肢关节置换术后深静脉血栓的临床观察[J]. *现代医院*, 2010, 10(4): 46-48.
- [21] 曹娟, 王金玲, 张环, 等. 动静脉脉冲系统与低分子肝素钙联合应用预防全膝关节置换术后深静脉血栓[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2010, 24(5): 538-540.
- [22] Pour AE, Keshavarzi NR, Purtill JJ, et al. Is venous foot pump effective in prevention of thromboembolic disease after joint arthroplasty: a meta-analysis [J]. *J Arthroplasty*, 2013, 28(3): 410-417.

- [23] Pitto RP, Koh CK. Flowtron foot-pumps for prevention of venous thromboembolism in total hip and knee replacement[J]. J Orthop, 2015, 12(1): 35-38.
- [24] 刘智情, 朱湘萍. 骨科下肢关节置换术后深静脉血栓采用足底静脉泵的预防护理研究[J]. 双足与保健, 2019, 28(18): 157-158.
- [25] 曹娟, 王金玲, 张环, 等. 动静脉脉冲系统与低分子肝素钙联合应用预防全膝关节置换术后深静脉血栓[J]. 中国修复重建外科杂志, 2010, 24(5): 538-540.
- [26] 谢锦伟, 岳辰, 马俊, 等. 初次髌膝关节置换术后静脉血栓发生情况的观察比较[J]. 中国骨伤, 2016, 29(8): 708-712.
- [27] Kwak HS, Cho JH, Kim JT, et al. Intermittent pneumatic compression for the prevention of venous thromboembolism after total hip arthroplasty[J]. Clin Orthop Surg, 2017, 9(1): 37-42.
- [28] 张亮, 张金庆, 郭盛杰, 等. 不同频次使用间歇式充气加压装置对预防关节置换术后下肢深静脉血栓形成的效果研究[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2016, 9(4): 335-338.
- [29] 黄欢, 李强, 杨宗华, 等. 间歇充气加压装置在预防人工全髋关节置换术后下肢深静脉血栓形成的疗效[J]. 江苏医药, 2014, 40(1): 113-114.
- [30] 王立群, 段闪闪, 廖灯彬, 等. 人工关节置换术后间歇充气压力泵使用时间对下肢深静脉血栓形成的影响. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34(5): 585-590.

(收稿日期: 2022-03-15)

(本文编辑: 孙琴)

引用格式

王立群, 张红英, 宁宁, 等. 瞬时脉冲足底静脉泵在髌膝关节置换术后预防深静脉血栓形成的应用研究[J]. 骨科, 2022, 13(5): 441-446. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573. 2022.05.012.