

间歇性充气加压治疗下肢慢性静脉功能不全的现状与研究进展

钟伟权¹, 卞一啸¹, 吴朝键¹, 邹志辉¹, 罗玮琪¹, 廖军锋², 刘灏¹

1. 南方医科大学南方医院血管与介入科, 广东 广州 510515; 2. 南部战区总医院康复医学科, 广东 广州 510010

【摘要】以国内外新版临床指南和共识为基础, 结合近年国内外文献, 对间歇性充气加压(IPC)治疗下肢慢性静脉功能不全包括下肢深静脉血栓形成以及原发性下肢静脉曲张的应用现状进行了总结, 介绍了目前IPC快速型和缓慢型两种治疗模式的特点以及优劣。此外, 本文还对不同压力治疗方式的依从性、治疗疗效评价和研究进展等方面进行简要综述, 旨在为临床实践中规范应用IPC治疗提供决策依据。

【关键词】间歇性充气加压; 下肢慢性静脉功能不全; 下肢静脉曲张; 深静脉血栓形成; 综述

【中图分类号】R543.6

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2022)10-1298-05

Current situation and research advances in intermittent pneumatic compression in the treatment of chronic venous insufficiency of lower extremities

ZHONG Weiquan¹, BIAN Yixiao¹, WU Chaojian¹, ZOU Zhihui¹, LUO Weiqi¹, LIAO Junfeng², LIU Hao¹

1. Department of Vascular Intervention, Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; 2. Department of Rehabilitation Medicine, General Hospital of Southern Theater Command, Guangzhou 510010, China

Abstract: Based on the new version of clinical guidelines and consensus at home and abroad, combined with literatures in recent years, the applications of intermittent pneumatic compression in the treatment of chronic venous insufficiency of lower extremities including deep vein thrombosis of lower extremities and primary varicose veins of lower extremities are summarized, and the characteristics, advantages and disadvantages of intermittent pneumatic compression with slow or rapid compression cycles are introduced. In addition, the compliance, treatment outcome and research progress of different treatment methods are briefly reviewed, aiming to provide decision-making basis for standardized application of intermittent pneumatic compression in clinical practice.

Keywords: intermittent pneumatic compression; chronic venous insufficiency of lower extremities; varicose veins of lower extremities; deep venous thrombosis; review

前言

下肢慢性静脉功能不全(Chronic Venous Insufficiency, CVI)是下肢静脉疾病中最常见的一类疾病, 对人体健康造成巨大危害。CVI由多种原因致静脉血流动力学发生严重变化所致, 是一种由静脉瓣膜功能不全、肌肉泵功能障碍、深静脉血栓、静脉曲张或以上因素综合作用导致的长期下肢静脉高压所引起的疾病^[1]。间歇性充气加压(Intermittent

Pneumatic Compression, IPC)是一种十分有效的防治手段, 尤其针对下肢深静脉血栓形成(Deep Venous Thrombosis, DVT)以及原发性下肢静脉曲张。虽然目前国内外的知名专家对IPC的治疗原则和意见保持一致, 但是对于IPC的具体治疗模式, 包括治疗时间、治疗频次和压力治疗模式等持有不同的意见, 而且没有明确的指南或专家共识推荐最佳治疗模式^[2-4]。为此, 本文通过检索和阅读国内外相关文献, 对IPC的作用原理、应用现状、治疗模式、依从性及治疗疗效评价、研究进展等进行综述如下。

1 IPC基础作用原理

传统IPC装置由3个主要元件构成, 包括套腿气袋、充气管道以及一个外置的气动马达。IPC的作用原理是利用数个独立的气袋, 按照从下至上阶梯式的顺序逐次充气, 从而对下肢进行加压, 模拟肌肉泵

【收稿日期】2022-06-20

【基金项目】广东省促进经济高质量发展(军民融合发展)专项; 大学生创新创业训练计划项目(D200NF2011)

【作者简介】钟伟权, 硕士研究生在读, 研究方向: 下肢慢性静脉功能不全的压力治疗, E-mail: zhongsir20210131@163.com

【通信作者】刘灏, 主任医师, 研究方向: 下肢动静脉疾病的治疗, E-mail: i191601714@163.com

的功能,通过机械方法对包裹于肢体的气囊从远心端到近心端实施序贯的间歇加压,促使静脉血液及淋巴液回流。加压时可使肢体静脉血液最大程度地排空,而在卸压时静脉管腔再次得到充盈,从而形成一种搏动性的快速血流增加。

2 IPC治疗的应用现状

2.1 预防DVT形成

DVT是指因血流缓慢、血管内皮损伤或血液高凝,血液在深静脉系统内由液态转化为固态,阻塞血液回流且引起静脉壁炎症改变,大多发生在下肢深静脉。血栓形成后综合征(Post-Thrombophlebitic Syndrome, PTS)是DVT的一种常见且具有巨大危害的并发症,DVT形成后25%~50%的患者出现PTS^[10-11]。弹性压缩袜(Elastic Compression Stockings, ECS)和IPC等压力治疗并不能有效阻止DVT后PTS的发生发展^[12]。即便如此,部分学者还是认为IPC具有通过减少静脉高压和回流来提前预防PTS的潜力。

在关于DVT预防的循证指南中,大多建议对高危患者使用物理、药物和机械的联合预防方法^[13-14]。IPC压力治疗能促进深静脉血液回流,减轻静脉内淤血以及水肿,不但是有效预防DVT的措施,而且可以弥补药物抗凝的不足,因此IPC压力治疗作为非侵入性的物理疗法,有极大的优势和应用前景^[5]。美国胸科医师学会(American College of Chest Physicians, ACCP)的预防指南建议使用药物和间歇性气动压缩装置进行DVT的联合预防^[6]。袁小婷等^[15]也发现间歇式充气压力治疗仪应用于胸腔镜下肺叶切除术患者中的效果较好,能够有效改善患者凝血功能的相关指标,预防DVT的发生。

2.2 治疗原发性下肢静脉曲张

下肢静脉曲张是指下肢表浅静脉的瓣膜功能障碍,使静脉内血液返流,进而导致血液瘀滞及静脉压力升高,其主要表现为下肢沉胀、浅静脉迂曲扩张,严重者可出现静脉性溃疡、局部出血或感染^[16]。下肢静脉曲张是外科4大常见病之一,我国目前有超过2亿的下肢静脉曲张患者^[18],长期从事站立工作者及重体力劳动者多发。随着社会发展,患者人群的主体也逐渐年轻化^[19]。原发性下肢静脉曲张的治疗方式包括传统外科手术、腔内热消融术、泡沫硬化剂注射等^[20]。压力治疗是下肢静脉曲张的基础治疗,被普遍认为是下肢静脉曲张术后的常规治疗措施,其中包括弹力绷带、弹性压缩袜、IPC等^[21]。

现阶段国内外关于IPC治疗原发性下肢静脉曲张的研究仍然较少,只有少量研究表明IPC对下肢静脉性溃疡具有一定的治疗效果,可作为弹力绷带及

弹性压缩袜等标准治疗的辅助治疗方式^[22-23]。《欧洲血管外科学会(ESVS)下肢慢性静脉疾病管理临床实践指南(2022版)》^[17]认为IPC在慢性静脉疾病(Chronic Venous Disease, CVD)的保守治疗中作用相对有限,在CEAP(Clinical, Etiologic, Anatomic, Pathophysiologic)分级临床C0~C4级中IPC的使用没有一致的数据。指南推荐IPC可在患者不能耐受ECS、弹力绷带或可调压缩服装持续压迫治疗时替代它们进行压迫。有研究表明,分级间歇性气动压缩有利于静脉曲张^[7]、水肿^[8],活动性静脉溃疡等临床疾病的治疗。血管外科学会的指南建议,当没有其他压力治疗方案、无法使用或在长期压力治疗后未能帮助腿部静脉溃疡愈合时,进行IPC治疗^[9]。

3 IPC治疗模式(充气模式、压力选择以及治疗时长)

近年来,治疗CVI的物理方法IPC作为介入治疗的辅助方法或替代方法的研究越来越多。IPC能通过物理加压的方法针对下肢肌肉和踝关节进行锻炼,加强肌肉泵功能以及踝关节运动,促进静脉血液回流,改善CVI的临床症状。但就目前而言,国内外对IPC治疗策略、治疗时间及治疗频次等尚无统一论。

3.1 DVT的预防

杨晶慧等^[4]通过Meta分析比较了国内外多项DVT相关研究^[34-36],总结出不同IPC治疗时间及治疗频次对DVT发生率的影响,研究发现IPC治疗时间为每日80~360 min的病人DVT发生率低于每日治疗时间≤60 min的病人,IPC治疗频次为每日2次或3次的病人DVT发生率低于治疗频次为每日1次的病人^[4]。

3.2 原发性下肢静脉曲张的治疗

ESVS指南建议对于慢性静脉疾病和水肿患者(CEAP临床C3级)以及患有慢性静脉疾病和脂肪性皮肤硬化和/或白斑萎缩(CEAP临床C4b级)的患者,采用加压治疗在脚踝处施加20~40 mmHg的压力以减轻水肿和减少皮肤硬结(推荐等级IB级);对于有活动性腿部静脉溃疡的患者,应考虑使用叠加弹性压力袜或可调节压缩装置,在踝部施加高达40 mmHg的目标压力,以治疗小溃疡和近期发作的溃疡(推荐等级IIaB级)^[17]。关于充气模式的研究,Wall等^[24]把目前市面上的IPC设备分成快速型IPC和缓慢型IPC两类,快速型IPC的充气模式被定义为充气时间超过0.5 s,保持压缩时间6 s,放气时间超过12 s;缓慢型IPC的充气模式被定义为充气时间60 s,保持压缩时间30 s,放气时间90 s。研究中把104例单纯静脉溃疡患者随机分为快速型IPC组和缓慢型IPC组,每日使

用IPC治疗一次,每次治疗时间为60 min,通过分析两组患者的治疗结果,研究发现快速IPC组的溃疡愈合率为[45/52(86%)]而缓慢组愈合率为[32/52(61%)],快速IPC组完全愈合的中位数为59天,而缓慢IPC组为100天,快速IPC组每天的平均愈合速度是缓慢IPC组的两倍多^[24],快速型IPC对单纯静脉曲张的治疗效果更优于缓慢型IPC。

4 IPC治疗的依从性及治疗疗效评价

传统IPC加压疗法作为CVD的常规治疗方法,广泛应用于CVD患者,然而因为治疗设备的体积庞大以及透气性差,导致患者的依从性大幅度降低,尤其是在气候炎热的国家。不依从的患者主要不适包括疼痛、热感以及瘙痒等皮肤刺激。此外,还有患者存在穿脱IPC的困难,特别是老年患者、脊柱和髋关节活动受限等存在关节问题的患者,或病态肥胖弯腰曲背不能完成的患者。虽然国内外指南^[17,31]以及多个随机对照试验都支持在保守措施失败时使用IPC来治疗静脉曲张的常见并发症——静脉性腿部溃疡。但是由于气动马达的物理限制,充气周期缓慢、设备笨重、不舒适的袖套以及病人较低的流动性,最终导致病人对治疗的依从性较差,IPC的临床用途也受到很大限制。

随着对下肢静脉疾病更加深入的认识以及不断涌现的新技术或新方法,为了能更客观、科学地对下肢静脉疾病的治疗效果进行评价,国际静脉联盟和专业学会的专家们制定了一套疗效评价标准。标准化疗效评价作为IPC压力治疗的关键组成部分,能客观反映患者的临床症状及个性特征,并能合理运用评价工具进行病情评估与生活质量水平的测评^[32]。《血管压力治疗中国专家共识(2021版)》推荐^[31],静脉疾病临床严重程度评分(Venous Clinical Severity Score, VCSS)及慢性静脉功能不全患者生活质量调查表(the Chronic Venous Insufficiency Questionnaire, CIVIQ)可用于慢性静脉疾病治疗前后的对比,评估临床症状治疗疗效,指南推荐等级为1B。此外,联合CEAP分级、VCSS及CIVIQ能更好评价CVD指导临床治疗。随着现代医学对患者结局报告的日益重视,修订版VCSS在原表基础上对相关术语进行更正,较原版更为简化,并且更重视患者的自述报告,使疼痛等指标评价更加客观、准确,目前已在临床中被广泛应用^[33]。

5 新型IPC治疗设备的研究进展

5.1 新型小腿分级间歇性连续压缩的便携式装置

分级间歇性腿部压迫治疗在下肢静脉性溃疡的

管理中具有重要作用。然而,由于高功率的需求,传统气动IPC设备不能轻易地复制这种模式。Wall等^[24]使用一种用于小腿分级间歇连续压缩的便携式新型机械装置(Wearable Intermittent Compression, WIC)替代传统IPC机械系统,使压缩装置通过与IPC相似但周期更短更快的模式工作。研究表明,该新型装置与ECS基线治疗和传统IPC治疗相比显著增加了静脉流量。此外,WIC通过提供更灵活的材料选择,包括透气织物和较少的整体接触表面积,解决了IPC治疗静脉溃疡的额外局限性。WIC系统架构灵活,软件可以用于调节压缩的所有方面,包括最大压力、到达最大压力的时间、保持时间、释放时间、再填充压力和填充时间,然后通过移动和云端集成连接的方式处理智能传感器数据,使患者和医护人员可以更易于选择设置治疗目标。如果患者忘记及时使用治疗设备,医护人员通过短信或通知来提醒他们,解决了监测压缩剂量和患者依从性的局限性。

然而,根据所用材料的弹性特性,身体体位变化使压缩压力差异很大,目前使用的压迫疗法所施加的压迫压力通常不足以对不同身体位置的静脉施加有效的影响。此外,因为水肿减轻会在一定程度上减小组织体积,以及压缩材料多次使用后的“弹性疲劳”会导致压缩压力降低,因此体位变化时“最佳”压力设置仍然是一个有争议的问题。Mosti等^[25]设计了一种新的便携式电池驱动加压装置,该加压装置可自动调节压力以适应身体体位的变化,并连接到不同材料硬度的包裹腿套,通过比较不同包裹材料的腿套在仰卧位、站立位以及行走期间的小腿射血分数(Ejection Fraction, EF)并记录施加的压缩压力,评估该装置与ECS等传统压迫治疗方式相比在慢性静脉功能不全患者中所达到的压力和小腿泵功能改善方面的功效。研究表明,ECS等低压压迫治疗可以减轻水肿,但是需要更高的压力才能使EF达到正常人范围(EF>60%)改善静脉血流动力学。此外,研究表明施加高压的短拉伸装置会在站立和行走时阻塞静脉,间歇性地形成一种人工瓣膜机制,从而减少静脉返流,并且更硬的短拉伸压缩材料施加的强压力,更能抵消重力对小腿静脉血流的影响,显示出较低且耐受良好的静息压力。

5.2 足底静脉泵(Enous Foot Pump, VFP)

VFP是一种模仿“生理性足泵”的空气脉冲物理治疗仪。“生理性足泵”这个概念最早在1983年就已经被提出^[26]。正常生理性足泵是在行走这个负重情况下通过激活小腿的腓肠肌肌泵,VFP是一种脉冲气体,通过模拟行走时“生理性足泵”的功能,在极其短暂的时间内快速地冲击足底,从足底给予小腿静脉一定的压力。

激活VFP的气体脉冲压迫,能大幅度提高静脉血流,减少血液瘀滞。按照此原理所研发的空气波压力治疗仪能通过机械的均匀力度,反复地气压式按摩大腿、膝盖、小腿、足部,使肢体组织间隙的组织液由肢体远端向近端挤压,提高皮肤表面温度,扩张下肢微血管,改善下肢的血液循环^[27]。在治疗过程中,气囊的充气相当于血管的收缩,气囊的放气相当于血管的舒张,在这种均匀收缩与舒张的外力作用下,促进曲张、突起血液淤积静脉的血液流动,通过减轻血液淤积来减轻局部血管张力^[19],一定程度上缓解静脉曲张的临床症状。使用空气波压力治疗仪的优点主要是无创,而且经济实惠,方便随治随走。Pour等^[28]进行了一项Meta分析,通过1514个病例,评估了VFP对于DVT的预防效果,得到了很好的反馈。VFP能够有效的减少DVT的发病率,通过降低活化的凝血因子浓度,减少下肢不同空腔腔室的软组织肿胀,增加下肢静脉的血流量^[29-30]。

6 小 结

IPC压力治疗在DVT和静脉曲张的防治中效果显著,值得肯定。相反,目前的IPC治疗方式也有很多问题,值得进一步研究,其中包括产品本身的差异、与药物联合或者多种压力治疗形式联合使用进行防治时如何把握好药物剂量,压力治疗的模式、治疗时间、治疗频次和压力设置,患者的依从性,产品的改善与融合等。虽然目前已经有少部分专家对新型IPC设备进行了研究,并且有了初步成熟的产品,但是关于对患者皮肤的长期影响、患者长期使用情况、设备电池寿命和潜在的经济问题等都需要通过新的长期试验来评估。创新设备背后的原则理念中最重要是发展“智能”,新型IPC的“智能化”软件可以适时调节和反馈压缩治疗的所有方面,自我调节压缩系统使压缩治疗在不同的体位尽量保持一致,使治疗更安全、高效,是朝着自我应用加压疗法方向迈出的重要一步。因此,IPC压力治疗相关研究需要进一步的推进,通过各种压力治疗经验的总结和推广,以及对新型IPC设备的进一步研发,建立起更为完备且符合中国国情的下肢静脉功能不全防治体系是我们努力的方向。

【参考文献】

- [1] Barstow C, Kassop D. Cardiovascular disease: chronic venous insufficiency and varicose veins[J]. *FP Essent*, 2019, 479: 16-22.
- [2] JCS Joint Working Group. Guidelines for the diagnosis, treatment and prevention of pulmonary thromboembolism and deep vein thrombosis (JCS 2009)[J]. *Circ J*, 2011, 75(5): 1258-1281.
- [3] Saunders R, Mittard V, Sullivan M. Intermittent pneumatic compression for venous thromboembolism prophylaxis after total hip arthroplasty in Germany[J]. *Hip Int*, 2016, 26: S41.
- [4] 杨晶慧,甘秀妮,李钱玲,等. 不同间歇充气加压治疗方案对骨科大

- 手术病人深静脉血栓预防效果的系统评价[J]. *循证护理*, 2018, 4(12): 1057-1066.
- Yang JH, Gan XN, Li QL, et al. Meta-analysis of preventive effect of different intermittent pneumatic compression therapies on deep venous thrombosis in major orthopaedic surgery patients [J]. *Chinese Evidence-Based Nursing*, 2018, 4(12): 1057-1066.
- [5] 王前伟,李春民. 压力治疗在下肢深静脉血栓防治中的应用[J]. *中国医药*, 2018, 13(10): 1589-1592.
- Wang QW, Li CM. Application of compression therapy in prevention and treatment of deep vein thrombosis of lower extremities[J]. *China Medicine*, 2018, 13(10): 1589-1592.
- [6] Yngve FY, Charles WF, Norman AJ, et al. Antithrombotic therapy and prevention of thrombosis: American College of Chest Physician Evidence-based clinical practice guidelines(9th Ed)[J]. *Chest*, 2012, 141(2): 278-325.
- [7] Yamany A, Hamdy B. Effect of sequential pneumatic compression therapy on venous blood velocity, refilling time, pain and quality of life in women with varicose veins: a randomized control study[J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28(7): 1981-1987.
- [8] Vanscheidt W, Ukut A, Partsch H. Dose-response of compression therapy for chronic venous edema-higher pressures are associated with greater volume reduction: two randomized clinical studies[J]. *J Vasc Surg*, 2009, 49(2): 395-402.
- [9] O'Donnell TF, Passman MA, Marston WA, et al. Magement of venous leg ulcers: clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery® and the American Venous Forum[J]. *J Vasc Surg*, 2014, 60(2 Suppl): 3S-59S.
- [10] Prandoni P, Lensing AW, Cogo A, et al. The long-term clinical course of acute deep venous thrombosis[J]. *Ann Intern Med*, 1996, 125(1): 1-7.
- [11] Kahn SR, Shrier I, Julian JA, et al. Determinants and time course of the post-thrombotic syndrome after acute deep venous thrombosis[J]. *Ann Intern Med*, 2008, 149(10): 698-707.
- [12] Kahn SR, Shapiro S, Wells PS, et al. Compression stockings to prevent post-thrombotic syndrome: a randomised placebo-controlled trial[J]. *Lancet*, 2014, 383(9920): 880-888.
- [13] Sachdeva A, Dalton M, Amaragiri SV, et al. Elastic compression stockings for prevention of deep vein thrombosis [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2010(7): CD001484.
- [14] Gould MK, Garcia DA, Wren SM, et al. Prevention of VTE in nonorthopedic surgical 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): e227S-e277S.
- [15] 袁小婷,韩璐. 间歇式充气压力治疗仪对胸腔镜下肺叶切除术患者凝血功能及下肢深静脉血栓形成的影响[J]. *医疗装备*, 2020, 33(9): 161-162.
- Yuan XT, Han L. Effect of intermittent air inflation pressure therapeutic instrument on blood coagulation function and deep vein thrombosis of lower limbs in patients undergoing thoracoscopic pulmonary lobectomy [J]. *Chinese Journal of Medical Device*, 2020, 33(9): 161-162.
- [16] 羌晓华,陆信武. 不同术式下肢静脉曲张闭合术后复发及处理[J]. *皖南医学院学报*, 2015, 34(5): 476-478.
- Qiang XH, Lu XW. Postoperative recurrence and treatment of varicose vein closure of lower extremities with different surgical methods[J]. *Acta Academiae Medicinae Wannan*, 2015, 34(5): 476-478.
- [17] De Maeseneer MG, Kakkos SK, Aherne T, et al. Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery(ESVS) 2022 clinical practice guidelines on the management of chronic venous disease of the lower limbs[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2022, 63(2): 184-267.
- [18] 何静,王军,杨涛. 慢性下肢静脉疾病的流行病学研究现状[J]. *中国血管外科杂志(电子版)*, 2018, 10(1): 71-78.
- He J, Wang J, Yang T. Epidemiological study on chronic lower extremity vein diseases [J]. *Chinese Journal of Vascular Surgery (Electronic Version)*, 2018, 10(1): 71-78.
- [19] 李静亚,黄冬. 空气波压力治疗仪配合静脉抽血治疗下肢静脉曲张疗效观察[J]. *中国疗养医学*, 2015, 24(4): 412-413.
- Li JY, Huang D. Observation on therapeutic effect of air wave pressure therapeutic instrument combined with venous blood drawing on varicose veins of lower limbs[J]. *Chinese Journal of Convalescent Medicine*, 2015, 24(4): 412-413.

- [20] Zhang MY, Qiu T, Bu XQ, et al. A national survey on management of varicose veins in China[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2018, 6(3): 338-346.
- [21] 李燕, 杨彩云, 王若, 等. 弹力袜用于下肢静脉曲张术后患者的治疗研究[J]. 河北医科大学学报, 2016, 37(8): 920-926.
Li Y, Yang CY, Wang R, et al. Study on the treatment of patients with varicose vein of lower limb by elastic stockings[J]. Journal of Hebei Medical University, 2016, 37(8): 920-926.
- [22] 张振, 开明. 原发性下肢浅静脉曲张压力治疗的研究进展[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2022, 8(1): 91-96.
Zhang Z, Qi M. Progress of compression therapy for primary superficial varicose veins of lower extremity[J]. Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 2022, 8(1): 91-96.
- [23] Guest JF, Staines K, Murphy N. Cost-effectiveness of using intermittent pneumatic compression to manage hard-to-heal venous leg ulcers in the UK[J]. J Wound Care, 2021, 30(7): 544-552.
- [24] Wall J, Johnson E, Johnson B, et al. A pilot study of venous flow augmentation using a novel mechanical graded intermittent sequential compression device for venous insufficiency[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2019, 7(2): 217-221.
- [25] Mosti G, Partsch H. A wearable compression device to normalise calf muscle pump function in chronic venous insufficiency for each postural position[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2019, 57(5): 702-707.
- [26] Gardner AM, Fox RH. The venous pump of the human foot-preliminary report[J]. Bristol Med Chir J, 1983, 98(367): 109-112.
- [27] 谢燕兰, 张智辉, 林少芒. 空气波压力治疗仪应用于下肢动脉硬化闭塞症的护理[J]. 广东医学, 2009, 30(6): 1010-1011.
Xie YL, Zhang ZH, Lin SM. Nursing care of patients with low extremity arterio Sclerosis Occlusive disease Curing by air wave pressure[J]. Guangdong Medical Journal, 2009, 30(6): 1010-1011.
- [28] Pour AE, Keshavarzi NR, Purtil 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.
- [29] Gardner AM, Fox RH, Lawrence C, et al. Reduction of post-traumatic swelling and compartment pressure by impulse compression of the foot [L]. J Bone Joint Surg Br, 1990, 72(5): 810-815.
- [30] Fox RH, Gardner AM. Plantar venous pump[J]. Injury, 1990, 21(2): 129-130.
- [31] 中国微循环学会周围血管疾病专业委员会压力学组. 血管压力治疗中国专家共识(2021版)[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(17): 1214-1225.
Pressure Group of Peripheral Vascular Disease Special Committee of Chinese Microcirculation Society. Consensus of Chinese experts on vascular pressure treatment (2021)[J]. National Medical Journal of China, 2021, 101(17): 1214-1225.
- [32] 张林, 宁宁, 刘晓艳, 等. 下肢静脉曲张术后梯度弹力袜压力治疗的现状与研究进展[J]. 中国血管外科杂志(电子版), 2020, 12(4): 357-360.
Zhang L, Ning N, Liu XY, et al. Current situation and research progress of gradient elastic stockings pressure therapy for varicose veins of lower extremities[J]. Chinese Journal of Vascular Surgery (Electronic Version), 2020, 12(4): 357-360.
- [33] Chowdhry S, Jaiswal SS. A study of treatment outcomes on the basis of revised venous clinical severity score in patients of varicose veins undergoing surgical management[J]. Int J Sci Res, 2019, 8(5): 1508-1515.
- [34] Ivancic GM, Moser I, Homann NC, et al. Intermittent compression devices for swelling reduction and thrombosis prophylaxis-apilot study after total hip replacement. Is the 2 hour daily minimum application sufficient?[J]. Unfallchirurg, 2016, 109(9): 786-792.
- [35] 洪素萍, 薛先群. 老年患者髋关节置换术后循环压力泵预防深静脉血栓的效果观察[J]. 海南医学, 2013, 24(7): 1084-1086.
Hong SP, Xue XQ. Effect of circulating pressure pump on prevention of deep vein thrombosis in elderly patients after hip replacement[J]. Hainan Medical Journal, 2013, 24(7): 1084-1086.
- [36] 赵萍. 循环压力泵预防髋部周围手术深静脉血栓形成合理使用时间的应用研究[J]. 安徽医学, 2014, 35(5): 693-695.
Zhao P. Applied research of reasonable using time of circulating pressure pump in prevention of deep vein thrombosis in surgery around hip[J]. Anhui Medical Journal, 2014, 35(5): 693-695.

(编辑:薛泽玲)