

## 加压疗法减轻肢体水肿的研究进展

林桦 於苏莉 袁景

上海市第四康复医院康复科, 上海 200040

通信作者: 林桦, Email: linhua20170929@126.com

**【摘要】** 肢体水肿是老年患者常见病症之一, 多见于脑血管意外、骨折后、外科手术后以及一些患周围血管疾病、淋巴循环障碍患者。肢体水肿患者轻者可自行恢复, 但因其起病原因复杂, 部分患者反复发作能进一步诱发肢体感染, 导致患者肢体功能退化、阻碍康复进程、降低生活质量。加压疗法是预防和治疗肢体水肿常用的无创康复治疗技术, 通过物理压力作用于体表, 能有效减轻肢体水肿程度。本文从加压疗法作用于人体的原理出发, 介绍临床康复中常用的加压实施方法, 同时阐述该领域中的相关研究进展。

**【关键词】** 加压疗法; 肢体水肿; 康复治疗

**基金项目:**上海市静安区卫健委医学科研课题(2017MS013); 上海市卫健委卫生行业临床研究专项(201940055)

**Funding:** Medical Scientific Research Program of Shanghai Jing'an District Health Commission(2017MS013); Medical Research Program of Shanghai Municipal Health Commission(201940055)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.09.023

加压疗法又称压力疗法, 是将加压设备作用于人体体表, 对人体组织中的血管、淋巴管施加压力或由人体内部肌肉扩张挤压周围组织产生压力从而防治肢体水肿。加压减轻水肿的作用机制, 是通过提高周围组织压力抑制进一步渗出, 降低毛细血管滤过, 促进组织液经淋巴和静脉回流, 增强局部组织氧化和血液流动, 抑制炎症细胞因子释放, 从而减轻水肿。当对下肢施加一定范围压力时, 受压部位皮肤血流量会呈现不同程度上升, 而当所施加压力过大并超过一定临界范围时, 皮肤血流量会呈下降趋势, 并且针对不同人群存在一定差异<sup>[1]</sup>。当压力相同时, 脚踝部位皮肤血流量上升幅度较小腿部位大, 说明脚踝部位受压对血液循环的促进作用较小腿部位加压有效。本文拟介绍临床康复中常用的加压实施方法, 并阐述这一领域中的相关研究进展。

### 加压疗法作用于人体的原理

下肢深静脉血栓形成可引起深静脉闭塞, 影响血液流入心脏, 导致下肢肿胀、疼痛、有沉重感。Margolis<sup>[2]</sup>、Milic 等<sup>[3]</sup>采用随机对照试验将外部压力施加于患有静脉溃疡的肿胀肢体, 发现外部施压能产生更有效的血流通道, 促使血液从浅表静脉进入深静脉系统, 降低肢体静脉总容量, 加快静脉窦后血流, 减少静脉血液淤滞, 可使静脉血栓发生率降低 60% 以上, 同时促使肢体水肿、疼痛症状缓解。现有加压设备将脚踝部压力设为最高支撑点压力, 沿着小腿、膝盖、大腿压力向上逐步递减, 脚踝部位所能承受压力范围为 0~50 mmHg, 小腿部位能承受压力范围为 0~35 mmHg, 在小腿施加外部压力超过 60~90 mmHg、大腿超过 30~60 mmHg 时会引起静脉闭塞<sup>[4]</sup>。Rajendran 等<sup>[5]</sup>研究认为踝关节最高压力达 30~40 mmHg、到小腿压力递减至 15~20 mmHg 时足以治疗大部分腿部静脉溃疡患者, 理想的压力梯度是膝以下部位压力达到 17 mmHg。Foldi 等<sup>[6]</sup>认为从远心端到近心端保持 60% 的压力梯度对治疗静脉疾病最为理想。

不同加压设施作用于水肿肢体产生的有效压力范围不同, 既往治疗过程中压力范围选定往往根据患者治疗时的压力舒适性感受和医护人员本身的经验综合考虑, 而影像技术发展为这些研究提供了坚实可靠的理论依据及评测方法。如多普勒超声、CT 断层扫描系统、核磁共振技术等均能精确显示压力装置作用下不同体位腿部静脉狭窄程度; 激光多普勒血流仪可记录皮肤血流量; 体积描记法和静脉内压力测量法进一步量化了静脉泵的压力动力学效应值。以上技术、设备均有助于医务人员选择合适有效的压力值。

### 临床康复中常用的加压实施方法

一、间歇性充气压力治疗(intermittent pneumatic compression, IPC)

间歇性充气压力治疗应用已有近 60 年历史, 最早 Zelikovski 于 20 世纪 60 年代首次设计了上肢加压装置, 由可充气袖套连接一个充气压力泵, 将袖套缠绕在肢体上通过压力泵给肢体表面施加可变化压力, 通过对患肢进行按摩、挤压, 使刺激达肌肉深部及血管、淋巴管, 促进血液及淋巴回流; 当气体压力减低时使静脉再次充盈。如此反复, 可增加局部血流速度, 进而减轻水肿症状, 避免深静脉血栓形成。有多项研究<sup>[7-11]</sup>将其应用于静脉溃疡、淋巴水肿、外科术后水肿等, 认为 IPC 能快速有效减轻肢体水肿, 但维持时间短, 压力消失后水肿恢复也较快, 无法达到 24 h 持续治疗效果。目前加压充气装置仍限于大型综合医院应用, 家用充气加压系统在国内尚未开发普及。

IPC 装置提供 2 种模式, 包括: ①低压力缓慢充气模式; ②高压力快速充气模式。对于如何选择压力值治疗参数、充放气时间尚缺乏统一标准, 最佳压力值设定基于既往操作经验。多数研究将压力值范围设定为 80~120 mmHg、60~40 mmHg、40~50 mmHg。Olszewski 等<sup>[12]</sup>研究发现外部机械压力达 60 mmHg 时, 淋巴管内部压力相当于 15~20 mmHg, 而外部压力达

100 mmHg 时,淋巴管内部压力增加至 30~40 mmHg。Modaghegi<sup>[13]</sup>研究表明,80~100 mmHg 压力、每天 16 h 治疗能减轻水肿程度 75%,故认为 60 mmHg 以上压力能产生大量静脉回流,增加小腿泵的射血分数。Mosti<sup>等</sup><sup>[14]</sup>认为 60 mmHg 压力 IPC 是无效的,当压力大于 60 mmHg 会引起肢体疼痛,增加下肢及内踝温度,无法获得满意疗效。当压力超过 40~50 mmHg 时会损害淋巴管及静脉瓣,发挥止血带效应<sup>[15]</sup>。如患者合并动脉闭塞性疾病而给予 40 mmHg 以上压力时有可能促发动脉闭塞。关于 IPC 装置的有效性、安全性、耐受性及经济适用性还有待临床进一步探讨。

## 二、加压绷带 (compression bandage)

在肢体静脉和淋巴水肿治疗中通常实施 2 种不同方法:一是治疗阶段用足够强度的加压绷带减轻水肿;二是维持阶段用弹性压力袜维持绷带在治疗阶段获得的治疗效果,并预防水肿复发。加压绷带在肢体水肿治疗中必须考虑压缩力和压力梯度、延展性/弹性、强度/硬度、耐磨性以及绷带缠绕技术等<sup>[6]</sup>。

1. 绷带压力和压力梯度:绷带治疗效果由其所能提供的压力大小决定,而压力大小由诸多因素决定,如纺织品物理特性及弹性、肢体周长和形状、绷带制作工艺及使用过程中的张力等<sup>[16]</sup>。根据 Laplace 定律<sup>[17]</sup>,绷带产生的压力与绷带自身张力成正比,与所缠绕肢体的半径成反比,压力值 (mmHg) = 张力 (kgf) × n (绷带层数) × 4620 / 肢体周长 (cm) × 绷带宽度 (cm)。由于腿从足部向近心端逐渐增粗,如果由远到近均匀包扎绷带,绷带所产生的压力在近心端较小,故治疗中需考虑绷带压力梯度变化。

绷带压力梯度主要是通过包扎技术和所使用的包扎材料实现的<sup>[18]</sup>。绷带类型包括管状绷带、非延展性绷带、高压弹性绷带、低弹性绷带、自粘绷带等。绷带包扎时常采用螺旋式包扎方式,即 50% 交错重叠从远端足背缠绕至肢体近端。绷带包扎须由经专门培训的医务人员进行操作,绷带使用不当会造成组织损伤甚至坏死。单层绷带加压存在绷带易滑脱、不能提供稳定压力等问题。刘芯君<sup>等</sup><sup>[19]</sup>采用四层绷带进行压力治疗,由内向外依次为管状绷带、海绵绷带、低弹绷带和自粘绷带,压力范围 30~40 mmHg,并证实四层绷带能有效弥补单层弹性绷带的不足,能达到所需压力值并较长时间维持压力稳定,缩短治疗疗程,对皮肤有一定保护作用,在临床治疗中可借鉴推广。

2. 延展性/弹性和强度丧失:绷带延展性亦指弹性,指绷带被拉伸时其长度和宽度增加,释放后其恢复原来正常形状和大小的能力。如绷带频繁使用、遭受拉力形变,所有绷带都会或多或少失去它们原有的延展性及强度。绷带的弹性取决于原材料的弹性线程(与绷带构成、建构方式、排列、结构、数量和强度等有关)。压缩力强的弹性绷带含有更多的弹性聚氨酯线程。20 世纪中期在生产弹性织物过程中合成橡胶替代了天然橡胶,尼龙织物也得到广泛应用,它们能够赋予弹性绷带更强的牵拉力和伸展特性。目前市场上高弹性加压绷带通常由不同类别弹性丝线结合传统棉织物组成,莱卡含 85% 聚氨酯,有单纤维丝和多纤维丝 2 种成分,前者多用于绷带,后者多用于压力袜。这种弹性纤维丝弹性较大,可以拉伸 7 倍后再恢复至原来大小。

在实际应用中,缠绕的绷带结构会随肢体水肿减轻、体积缩小而放松。O'Meara<sup>等</sup>研究<sup>[20]</sup>认为弹性加压绷带较无弹性

绷带能更有效减轻水肿,无弹性绷带所施加的压力会随时间而衰减,通常 30~60 min 后减少 25%。Larsen<sup>等</sup><sup>[21]</sup>研究表明短延展性绷带在应用 7~8 h 后其压力值减少 25%,提示短延展性绷带在最初应用时压力值必须先提高 25%,长延展性绷带在压力变化方面较稳定,7~8 h 后只减少 5%。当机体在运动、体位变换时,弹性绷带尤其是长延展性绷带在肢体肌肉收缩时会顺应变化并产生稳定压力,而不是峰值压力<sup>[22]</sup>,因此在机体运动、行走时产生的压力改变较小。

3. 耐磨性:绷带耐磨性指绷带所能承受反复清洗或穿着期间所带来的机械、热和化学压力的能力,主要取决于材料性质。棉、聚酰胺和聚氨酯具有较高的耐磨度,用这些纤维制成的绷带可频繁清洗,但橡胶纤维容易老化并且会被高温破坏(如频繁高温清洗和消毒),建议使用中性肥皂清洗,避免在阳光下暴晒;另外生产技术(如编织、缝纫或针织等)也会影响绷带耐磨度。

## 三、压力袜

在水肿情况有所好转时,需坚持加压辅助治疗巩固效果,医用压力袜可起保持和优化既往治疗结果的作用,显著降低复发率和恶化概率,延长疗效时间,预防下肢深静脉血栓形成后综合征发生,保护浅静脉和交通支瓣膜。

1. 压力袜种类:根据压力袜长度可分为长筒压力袜、短筒压力袜。选择何种压力袜更有利于减轻水肿、预防血栓形成目前尚未达成共识。体位改变、姿势变化、运动和安静状态等都会对压力袜施加的压力产生影响。Belinda<sup>等</sup><sup>[23]</sup>比较了两种长度压力袜在临床中的应用效果,发现踝或膝弯曲会引起袜子张力变化、压力增加。当坐位膝弯曲 90° 时所测压力较预期压力高,这样容易引起压力梯度逆向改变,导致腿部远端血液停滞。对于卧床患者在腿伸直时长筒袜压力不会明显变化,能稳定施加压力,但长筒袜在临床应用时容易起皱、翻折,产生止血带效应,在卧床休息、上厕所时容易弄脏。相对而言,短筒袜更舒适、便宜且容易穿戴,易被患者、照顾者接受;对于卧位患者、轻度水肿患者更适宜应用短筒袜。但短筒袜由于袜子顶部边缘卡在腘窝位置,同样会产生高压和止血带效应,减弱压力袜疗效,增加血栓形成风险,而且运动后短筒袜更易滑脱。总体来说,长筒袜、短筒袜各有利弊,在临床应用中康复医师可根据患者具体情况选择合适方法,以减少不良反应,达到最佳治疗效果。

压力袜根据弹性不同可分为两类:①低延展性压力袜——其弹性相对低,工作状态能提供高压而静息状态为低压力,其编织方式参照平袜,以治疗淋巴水肿为主;②高延展性压力袜——其弹性相对高,工作状态能提供低压力而静息状态为高压,其编织方式参照筒状袜,以治疗腿部静脉溃疡为主<sup>[6]</sup>。压力袜的生产工艺路线和技术要求是决定压力循序递减及舒适性的主要因素。目前国内市场出售的许多压力袜面临的主要问题包括:①主要成分是弹性尼龙,不能控制压力,导致整个袜子压力均一,不仅不能改善血供,甚至会阻碍血液循环;②主要由普通纱线和弹力纱线编织,而高质量压力袜是由两种或以上弹力纤维编织而成,当使用者坐下或蹲下时不会起褶、舒适贴身;③弹性聚酯缺乏延展性,弹性模量无法控制压力,穿戴时有紧迫感,患者不愿意使用。以上问题需临床专家及业内人士在产品、性能分析及产品应用方面进行探索和创新。

2. 压力分布变化: Liu 等<sup>[24]</sup> 针对压力袜对人体产生的压力分布进行研究, 发现压力袜对人腿压力大小取决于人腿形状及腿部组织结构, 同时压力测试结果也受压力传感器和试验方法影响。通常所说的压力值是在实验室人体模型上测试得到的数据, 对于动态压力测定具有一定困难, 难以测量人体曲率半径较小部位压力, 有必要对患者处于不同体位 (卧位、坐位、站位) 或连续活动时其肢体不同部位压力数据进行测量、比较。

医用压力袜有不同压力等级, 压力等级代表压力袜包绕在皮肤上所施加的压力大小, 对腿不同节段能产生不同程度压力作用。李红等<sup>[25]</sup> 通过设计循序递减压力袜, 认为脚踝、小腿、大腿压力分别为 4.74、3.45、1.89 kPa 符合压力医疗袜的功能设计。目前不同国家关于医用压力袜所遵循的压力等级不同, 我国参照国家食品药品监督管理局 2013 年 6 月发布的《中华人民共和国医药行业标准—医用防血栓袜》<sup>[26]</sup>, 其中明确规定压力袜的规格必须标明压缩力系 (压力袜沿腿方向所施加压缩力的表示形式) 和比占压力 (用占踝处压缩力的百分比表示某一点压缩力), 并将治疗型压力袜作为 II 类医疗器械管理产品。我国医疗保险制度未将医用压力袜纳入赔付范围, 这在一定程度上限制了其使用及推广。市场上传统医用压力袜均为批量生产, 只能根据传统的人体尺寸和形态来设计生产, 无法考虑患肢周径变化及曲率半径影响, 由于没有或缺乏患者具体数据而无法做到严格的压力梯级分布。王永荣等<sup>[27]</sup> 通过抽查测试客观评价了市场上批量生产医用压力袜的压力分布情况, 发现 98% 的压力袜都不能产生理想的压力梯级分布。压力袜的生产必须既要符合压力袜行业标准, 又要符合医学要求, 这直接关系到压力袜产品的医疗使用性能。

#### 四、压力垫

由于人类肢体不是呈理想化的圆柱形状, 加压设施无法均匀施压, 人体突出部位较周边平坦部位承受更大压力, 而凹陷部位则受力较小。使用压力垫配合加压疗法可使肢体形状更接近圆柱形, 有助于骨性突起处避免太多压力, 凹面部位完全被充填确保真正受压, 这样可使压力分布更优化、更均匀, 并能减少加压绷带或压力衣的磨损或褶皱产生。既往压力垫较多应用于烧伤康复及增生性瘢痕修复<sup>[28-29]</sup>, 目前压力垫应用于肢体水肿的文献报道较少。Seehausen 等<sup>[30]</sup> 回顾性调查了 2003 年 1 月至 2012 年 7 月期间 541 例肱骨髁上骨折后行固定治疗的儿童患者, 其中 190 例患儿应用了泡沫压力垫固定, 与未使用压力垫的患儿比较, 其软组织水肿减轻程度更显著, 更有利于缓解肢体肿胀及疼痛, 但在应用中压力垫制作材料是否对患儿产生潜在不利影响尚不明确。2016 年 Kayamoris 等<sup>[31]</sup> 将 57 例全膝关节成形术后膝肿胀患者分成 2 组, 分别予衬有聚乙烯泡沫垫的压力衣、没有压力垫的弹性绷带或压力衣进行加压治疗, 结果显示 2 组患者在治疗 1 d、7 d 时腿围无明显组间差异, 故认为聚乙烯泡沫垫对膝关节肿胀改善无促进作用。在肢体特殊凹陷或突出部位 (如踝部) 是否需要添加压力垫确保肢体均匀受压或增加局部压力以及压力垫是否真正有助于减轻肢体水肿, 还有待更多临床研究进一步证实。

#### 五、可调节式压力衣

压力衣又称弹力衣或弹力套, 可改装成可调节式有搭扣的压力装置, 方便穿戴和脱卸, 患者可自行根据腿围大小调节搭扣。Benigni 等<sup>[32]</sup> 将可调节的有搭扣压力套与短的延展性绷带

进行比较, Mosti 等<sup>[33]</sup> 将可调节式压力衣与无弹性绷带进行比较, 结果均显示可调节式压力衣能更好地减轻肢体水肿, 并维持水肿减退疗效, 不会因体位变化或步行因素等改变压力, 只需调节压力套搭扣即可适应。这种可调节式压力衣特点包括: ①可洗涤、重复使用、经济实惠; ②根据肢体尺寸可灵活调节搭扣, 维持水肿治疗效果; ③不需专业技术人员参与、指导、简易适用。对于身体虚弱或不能活动的患者, 在定制压力袜或压力衣时最好能配置拉链或搭扣, 有助于行动不便患者能顺利穿脱。

## 结 语

加压疗法治程较长, 在缓解肢体水肿及促进肢体功能恢复中具有十分重要的作用; 加压疗法涉及多个学科领域, 如人体生理学、心理学、纺织服装科学、力学工程等。关于加压疗法减轻水肿的研究须克服单一治疗手段的局限性, 并结合各学科理论及实践知识, 探索综合性康复方法, 以获取最佳治疗效果。

## 参 考 文 献

- [1] Fromy B, Abraham P, Bouvet C, et al. Early decrease of skin blood flow in response to locally applied pressure in diabetic subjects [J]. *Diabetes*, 2002, 51(4): 1214-1217. DOI: 10.2337/diabetes.51.4.1214.
- [2] Margolis DJ, Berlin JA, Strom BL. Which venous leg ulcers will heal with limb compression bandages [J]. *Am J Med*, 2000, 109(1): 15-19. DOI: 10.1016/S0002-9343(00)00379-X.
- [3] Milic DJ, Zivic SS, Bogdanovic DC, et al. A randomized trial of the tubulcus multilayer bandaging system in the treatment of extensive venous ulcers [J]. *J Vasc Surg*, 2007, 46(4): 750-755. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.04.062.
- [4] Johansson L, Hagg GM, Fischer T. Skin blood flow in the human hand in relation to applied pressure [J]. *Eur J Appl Physiol*, 2002, 86(5): 384-400. DOI: 10.1007/s00421-001-0562-4.
- [5] Rajendran S, Rigby AJ, Anand SC. Venous leg ulcer treatment and practice-part 3 the use of compression therapy systems [J]. *J Wound Care*, 2007, 16(3): 107-109. DOI: 10.12968/jowc.2007.16.3.27016.
- [6] Foldi M. *Foldi's textbook of lymphology: for physicians and lymphedema therapists* [M]. German: Urban & Fischer, 2012: 515-525.
- [7] 祁光裕, 刘浩, 刘珊珊, 等. 正负气压按摩治疗肢体淋巴水肿 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2004, 26(8): 486-487. DOI: 10.3760/j.issn:0254-1424.2004.08.011.
- [8] 胡家才, 罗丽, 杨智杰. 热-磁-振动法联合手法及绑扎疗法治疗下肢慢性淋巴水肿的疗效观察 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2012, 34(3): 235-237. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2012.03.023.
- [9] Kumar S, Walker MA. The effects of intermittent pneumatic compression on the arterial and venous system of the lower limb: a review [J]. *J Tissue Viability*, 2002, 12(2): 58-66. DOI: 10.1016/S0965-206X(02)80015-8.
- [10] Grieve S. Intermittent pneumatic compression pump settings for the optimum reduction of oedema [J]. *J Tissue Viability*, 2003, 13(3): 98-110. DOI: 10.1016/S0965-206X(03)80015-3.
- [11] Uzkeser H, Karatay S. Intermittent pneumatic compression pump in upper extremity impairments of breast cancer-related lymphedema [J]. *Turk J Med Sci*, 2013, 43(1): 99-103. DOI: 10.3906/sag-1203-78.

- [12] Olszewski WL. The "third" circulation in human limbs-tissue fluid, lymph and lymphatics [J]. *Phlebologie*, 2012, 41 (6): 297-303. DOI: 10.1055/s-0037-1621835.
- [13] Modagheh MH, Soltan E. Newly designed SIPC device for management of lymphoedema [J]. *Indian J Surg*, 2010, 72 (1): 36-40. DOI: 10.1007/s12262-010-0006-7.
- [14] Mosti G, Partsch H. Measuring venous pumping function by strain-gauge plethysmography [J]. *Int Angiol*, 2010, 29 (5): 421-425. DOI: 10.1038/hr.2010.158.
- [15] Mosti G, Iabichella ML, Partsch H. Compression therapy in mixed ulcers increases venous output and arterial perfusion [J]. *J Vasc Surg*, 2012, 55 (1): 122-128. DOI: 10.1016/j.jvs.2011.07.071.
- [16] Chassagne F, Helonin-Desenne C, Molimard J, et al. Superimposition of elastic and nonelastic compression bandages [J]. *J Vasc Surg*, 2017, 5 (6): 851-858. DOI: 10.1016/j.jvs.2017.07.006.
- [17] Schuren J, Mohr K. The efficacy of Laplace's equation in calculating bandage pressure in venous legs ulcers [J]. *Wounds UK*, 2008, 4 (2): 38-44. DOI: 10.3233/BIR-2012-0601.
- [18] Pottier A, Le Thuaut A, Durand C, et al. Assessment of compression bandage application techniques in patients with venous ulcers: a mixed observational study [J]. *Rech Soins Infirm*, 2019, 137 (2): 91-98. DOI: 10.3917/rsi.137.0091.
- [19] 刘蕊君, 李倩洁, 游进会, 等. 四层绷带包扎促进下肢静脉性溃疡愈合及压力维持的效果评价 [J]. *护理学杂志*, 2016, 31 (1): 57-58. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2016.01.057.
- [20] O'Meara SM, Bland JM, Dumville JC, et al. A systematic review of the performance of instruments designed to measure the dimensions of pressure ulcers [J]. *Wound Repair Regen*, 2012, 20 (3): 263-276. DOI: 10.12968/wound.2016.14.31.
- [21] Larsen AM, Futtrup I. Watch the pressure-it drops [J]. *J EWMA*, 2004, 4 (2): 8-12. DOI: 10.3400/avd.oa.12.00020.
- [22] Qin Y. Medical bandages and stockings. *Medical textile materials* [M]. UK: Elsevier Ltd, 2016: 109-122.
- [23] Byrne B. Deep vein thrombosis prophylaxis: the effectiveness and implications of using below-knee or thigh-length graduated compression stockings [J]. *J Vasc Nurs*, 2002, 20 (2): 53-59. DOI: 10.1067/mvn.2001.124502.
- [24] Liu R, Kwok YL, Li Y, et al. Quantitative assessment of relationship between pressure performances and material mechanical properties of medical graduated compression stockings [J]. *Appl Polym Sci*, 2007, 104 (1): 601-610. DOI: 10.1002/app.25617.
- [25] 李红, 宋广礼. 循序递减压力袜研究 [J]. *针织工业*, 2014, 10 (1): 19-21. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4033.2014.10.006.
- [26] 国家食品药品监督管理局. 中华人民共和国医药行业标准—医用防血栓袜 [S]. 2013.
- [27] 王永荣, 秦洁云, 王敏, 等. 压力医疗袜的压力性能测试与评价 [J]. *东华大学学报*, 2015, 41 (1): 48-52. DOI: 10.3969/j.issn.1671-0444.2015.01.010.
- [28] Li-Tsang CW, Zheng YP, Lau JC. A randomized clinical trial to study the effect of silicone gel dressing and pressure therapy on posttraumatic hypertrophic scars [J]. *J Burn Care Res*, 2010, 31 (3): 448-457. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3181db52a7.
- [29] 李曾慧平, 冯蓓蓓, 李奎成. 烧伤后增生性瘢痕压力治疗及相关研究 [J]. *中华烧伤杂志*, 2010, 26 (6): 411-415. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2010.06.002.
- [30] Seehausen DA, Kay RM, Ryan DD, et al. Foam padding in casts accommodates soft tissue swelling and provides circumferential strength after fixation of supracondylar humerus fractures [J]. *J Pediatr Orthop*, 2015, 35 (1): 24-27. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000216.
- [31] Kayamori S, Tsukada S, Sato M, et al. Impact of postoperative compression dressing using polyethylene foam pad on the multimodal protocol for swelling control following total knee arthroplasty: a randomized controlled trial [J]. *Arthroplast Today*, 2016, 2 (4): 199-204. DOI: 10.1016/j.artd.2016.05.004.
- [32] Benigni JP, Uhl JF, Balet F, et al. Evaluation of three different devices to reduce stasis edema in poorly mobile nursing home patients [J]. *J Int Angiol*, 2018, 37 (4): 1827-1839. DOI: 10.23736/S0392-9590.18.03928-7.
- [33] Mosti G, Cavezzi A, Partsch H, et al. Adjustable velcro compression devices are more effective than inelastic bandages in reducing venous edema in the initial treatment phase: a randomized controlled trial [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2015, 50 (3): 368-374. DOI: 10.1016/j.ejvs.2015.05.014.

(修回日期: 2019-12-20)

(本文编辑: 易浩)

· 外刊撷英 ·

## Pulmonary rehabilitation guidelines in the principle of 4S for patients infected with 2019 novel coronavirus (2019-nCoV)

**ABSTRACT** A recent epidemic of pneumonia cases in Wuhan China was caused by a novel coronavirus with strong infectivity, the 2019 novel coronavirus (2019-nCoV). The article provides the pulmonary rehabilitation (PR) methods in the principle of 4S (simple, safe, satisfy, save) for patients with pneumonia caused by the novel coronavirus, shows how to establish a ventilative and convectional PR environment to prevent the spread of virus through droplets, how to guide the patients to carry out PR, how to carry out respiratory muscle training, effective cough, expectoration, sneeze, general exercise, digestive function rehabilitation and psychological rehabilitation, and how to clean and disinfect the PR environment.

【摘自: Yang F, Liu N, Hu JY, et al. Pulmonary rehabilitation guidelines in the principle of 4S for patients infected with 2019 novel coronavirus (2019-nCoV). *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi*, 2020 Mar 12, 43 (3), 180-182. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2020.03.007.】