

医用梯度压力袜的作用机制与临床选择策略

李龙

武警广东省总队医院医学影像科介入放射学专科, 广东 广州 510507

【摘要】选择舒适合体的医用梯度压力袜(MGCS)是确保患者依从性和临床治疗效果的关键,而全面准确地认识压力袜的材料力学性能是临床选择MGCS产品的基础。但是,目前对MGCS的认识还不够充分,对于临床应用MGCS的最佳方案还存在争议。本研究以新版临床实践指南和共识文件为基础,结合最新文献,综述了MGCS的产品特征、材料力学性能和病理生理学机制,简要阐述MGCS的临床选择方案,旨在为临床实践中规范使用MGCS提供决策参考。

【关键词】梯度压力袜;加压疗法;材料力学;作用机制;临床决策

【中图分类号】R318;O341

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2021)07-903-06

Action mechanisms and clinical selection strategies of medical graduated compression stockings

LI Long

Division of Interventional Radiology, Department of Medical Imaging, Guangdong Provincial Corps Hospital of Chinese People's Armed Police Forces, Guangzhou 510507, China

Abstract: Selecting the suitable and comfortable medical graduated compression stockings (MGCS) is essential to ensure the optimal patient compliance and clinical outcomes in compression therapy, and MGCS selection in clinical practice is dependent on completely and accurately understanding the material mechanical properties of MGCS. However, the current awareness on MGCS is insufficient, and there is controversy regarding the best option for MGCS in clinical application. Based on up-to-date clinical practice guidelines and consensus documents, referring to the latest literatures, the product characteristics, material mechanical properties and pathophysiological mechanisms of MGCS are summarized, and moreover, the clinical selection strategies of MGCS are briefly described, aiming to provide decision-making reference for the standard use of MGCS in clinical practice.

Keywords: gradient compression stockings; compression therapy; material mechanics; action mechanism; clinical decision

前言

使用医用梯度压力袜(Medical Graduated Compression Stockings, MGCS)进行加压治疗是下肢静脉和淋巴疾病治疗方案的基本组成部分^[1]。市售MGCS具有多种压力等级和不同规格。但是,医护人员对MGCS的相关知识欠缺,操作规范化存在不足^[2]。因此,全面准确地认识MGCS的作用机制和个性化选择MGCS是保证临床疗效的基础。本研究以新版临床实践指南和共识文件为基础,结合最新文献,综述了MGCS的产品特征、材料力学性能和病理生理学机制,简要阐述MGCS的临床选择方案,旨在为临床实践中规范使用MGCS提供决策参考。

1 MGCS的产品特征

1.1 MGCS的分级和型式

MGCS在踝部周长最小处建立最高压缩力,顺着腿部向上逐渐递减,在小腿周长最大处和胫骨结节下端减到最高压缩力的50%~80%,在大腿中部减到最高压缩力的20%~40%,压力的这种递减变化可促进下肢静脉血回流,从而有效缓解和改善下肢静脉和静脉瓣膜所承受的压力,以治疗腿部静脉和/或淋巴疾病^[3-5]。MGCS由天然纤维或合成纤维和合成弹性纤维针织而成,压缩力系应由特殊针织工艺来实现,不应由其形状或形态来实现^[3-5]。

根据踝部周长最小处(B处)的压缩力大小, MGCS分为4个压缩力等级,其具体数据各国标准略有差异^[4-6]。我国医药行业标准中规定,4个压缩力等级分别为:I级(轻),15~21 mmHg(20~28 hPa);II级(中),23~32 mmHg(31~43 hPa);III级(强),34~46 mmHg(45~61 hPa);IV级(很强),49 mmHg(65 hPa)以上^[3];

【收稿日期】2021-02-03

【作者简介】李龙,博士,主任医师,研究方向:静脉疾病介入治疗,
E-mail: radiolilong@hotmail.com

且我国医药行业标准规定,其在腓肠肌肌部止点(B1处)、小腿最大周长处(C处)和胫骨结节下端(D处)、大腿中部(腹股沟中央与髌骨和腘窝中心的中间点,F处)和大腿上部(直立时腹股沟中央向下5 cm处,G处)占踝部周长最小处(B处)施加的压缩力的百分比分别为70%~100%、50%~80%、20%~60%(II级为20%~50%,III级和IV级为20%~40%)^[4]。

根据长度不同,MGCS的型式分为膝下中筒袜(Knee-High Stockings,袜口至胫骨结节处,标识代码为AD)、过膝中筒袜(Mid-Thigh Stockings,袜口至大腿中部,即腹股沟中央与髌骨和腘窝中心的中间点,标识代码为AF)、长筒袜(Thigh-High,袜口至腹股沟中央向下5 cm处,标识代码为AG)和连裤袜(Pantyhose,袜口至自然腰围,标识代码为AT)^[3-4]。压力袜脚面可为闭趾或露趾设计,露趾设计是为了便于检查病人末梢血液循环^[5]。

1.2 防血栓袜的产品特征

抗血栓压力袜或防血栓袜也是一种特殊的压力袜,在踝部的压缩力应为13~18 mmHg(17.5~24.0 hPa),对腿部的表面施加梯度压力,以减少静脉血栓发生;为卧床病人设计,不符合走动病人使用的技术规范^[5]。我国医药行业标准规定,防血栓袜在腓肠肌肌部止点(B1处)、小腿最大周长处(C处)和直立时腹股沟中央向下5 cm处(G处)占踝部周长最小处(B处)施加的压缩力的百分比分别为80%~100%、60%~80%和30%~70%^[5]。英国标准中,防血栓袜在踝部最小周长处(B处)、小腿最大周长处(C处)、腘窝中心(E处)、大腿中部(F处)和大腿上部(G处)的压缩力分别为18、14、8、10和8 mmHg^[6-7]。

1.3 MGCS的产品标识

各种MGCS均具有不同腿长度和腿周长的规格,供不同体型的病人选择^[3-4]。产品包装和使用说明书应标志产品名称、纤维成分、压缩力等级、型式和规格。一个典型的型式和规格标识实例是AD22-24(34-36/35-37)。其中,AD是膝下中筒压力袜代码;22-24是踝部周长的范围(22~24 cm);34-36是压力袜上端周长的范围(34~36 cm);35-37是长度的范围(35~37 cm)^[3-4]。

2 MGCS的材料力学性能

2.1 压缩力

人体各部分静脉的静水压高低取决于人体所取的体位。在平卧时,身体各部分静脉的位置大致都在与心脏相同的水平,静水压也大致相同。当人体从平卧转为直立时,踝部静脉内的血压比卧位时高,其增高的部分相当于从踝部至心脏这样的一段

血柱高度形成的静水压,约90 mmHg(12 kPa)。肌肉活动(如运动、行走或跑步)时,肌肉进行节律性舒缩活动并在功能正常静脉瓣膜的配合下,使踝部静脉静水压下降至30 mmHg(4 kPa)以下。在静脉疾病中,静脉功能不全主要发生在膝部以下,这是因为瓣膜功能不全或流出道阻塞,在直立位时无法降低过高的静水压^[8]。加压治疗是通过调整压缩力来促进静脉回流和降低动态静脉压,从而为某些疾病提供治疗。压缩力定义为加压装置包括MGCS对腿部表面施加的压力^[3-5]。所有MGCS都是基于弹性压缩原理设计的,其如何给肢体施加压力的原理涉及两个物理学定律,即拉普拉斯定律(Laplace's Law)和帕斯卡定律(Pascal's Law)。拉普拉斯定律可以帮助理解MGCS施加的压缩力在静态条件下如何变化,而帕斯卡定律解释压缩力在动态条件下的变化^[6,9]。

拉普拉斯定律的原始理论是表面化学的基本定律之一,其描述了跨壁压差与表面张力、半径、容器壁厚度之间的关系^[6,9]。在加压治疗时,根据拉普拉斯定律,加压装置所产生的压力与加压材料的张力成正比,与肢体半径成反比^[3-4,6,9]。这种压力被传送到静脉,静脉被压缩,从而增加肢体的静脉回流。同样的效应也可增加肢体淋巴液流量,促进淋巴循环。

MGCS沿切线方向传递到肢体的张力大小取决于制造MGCS所用材料的弹性性能,而肢体的直径从踝部开始逐渐增大,血管承受的压力也随之减小。但是,腿部不同平面(踝部、小腿、膝部、大腿)的横截面几何形状是不规则的,其曲率半径各不同,因此腿部各部位的皮肤表面与MGCS之间的界面压力也各不同^[6,9]。在平坦区域如腿的内侧和外侧,其曲率半径大,压缩力通常比踝部平均压力低48%~75%^[6,9];在明显凹陷的内踝后区,因曲率半径大,压缩力非常低,压迫不足可对静脉溃疡的愈合产生负面影响;而在曲率半径小的踝前区和后区,长期持续高压可导致局部缺血和动脉损伤,甚至出现溃疡。在穿着压力袜的动态过程中,特别是在膝关节弯曲和肌肉收缩的部位,身体姿势可显著地改变界面压力。在加压材料与体表之间插入垫料,可通过改变该区域的曲率半径来重新分配压缩力,如在胫骨前嵴和踝部垫入羊毛填充材料和纱布,从而避免对骨突部位造成压力损伤。

帕斯卡定律或称为静压传递原理,是指在流体力学中,由于液体的流动性,施加于封闭容器中静止流体某一部分的压强将大小不变地向各个方向传递,等值地作用于封闭容器的各个部分^[7]。体内外实验证明,人体软组织是不可压缩的流体,而MECS形成了一个封闭的系统^[6]。在活动状态下(如行走时),

肌肉收缩和加压材料相互作用过程中产生的压力在软组织内均匀地向各个方向传播^[6,9]。加压材料产生的内应力挤压内部软组织,使肌肉功能活动最大化;由此产生的挤压力使浅表和深层组织内静脉的直径进一步缩小,从而减少局部汇集的血量,促进更多的液体被血管和淋巴系统重新吸收,改善下肢的血流动力学效能^[6,8-9]。

2.2 松紧度

松紧度定义为腿部的周长每增加或减少1 cm压缩力的变化量,用hPa/cm和/或mmHg/cm表示^[4]。换句话说,松紧度可被定义为MGCS在收缩时对抗肌肉扩张的能力^[10]。欧洲标准化委员会提出将松紧度分为3个等级:低,0~2 mmHg/cm;中,2~4 mmHg/cm;高,4~6 mmHg^[11]。MGCS的松紧度受纱线性能(如线密度、弹性模量)、编织结构和重量等因素的影响。如何将MGCS的松紧度特性与其压力性能联系起来对于临床实践中确定合适的加压治疗措施是至关重要的^[6]。松紧度因品牌不同而不同,相同压缩力等级的MGCS可具有不同的松紧度,不同松紧度的MGCS对血流动力学效应的影响也不同。因此,我国医药行业标准中要求在产品包装上标识MGCS的松紧度^[4]。

静态松紧度指数(Static Stiffness Index, SSI)和动态松紧度指数(Dynamic Stiffness Index, DSI)是临床上定量评价压缩材料松紧度的两个指标。活体测定松紧度的最佳部位是解剖学B1点(腓肠肌内侧头肌部止点),其下方为比目鱼肌,这是背屈时小腿围增加最大的部位^[12]。SSI定义为站立与仰卧的压力差值,使用同一个压力传感器在相同的位置进行测量^[13]。静息压力是指患者仰卧时,膝关节和踝关节处于松弛状态、腿的位置与心脏同高时测得的MGCS压力;站立压力是指站立2~3 min使腿部静脉充盈后测得的MGCS压力^[13]。DSI反映的是患者活动状态下(如行走时)肌肉收缩和舒张过程中腿围和MGCS压力的动态变化。肌肉收缩和MGCS相互作用过程中产生的压力称为工作压力,是MGCS对抗肌肉活动(变形)而产生。DSI定义为行走时的最大压力峰值与仰卧位测得的静息压力的差值,活体测量DSI需要复杂的仪器,但在日常使用中并不实用;可通过测量足部最大背屈与最大跖屈时腿围和MGCS压力来计算^[13]。DSI与SSI的趋势非常相似,但数值略高。

SSI表征了MGCS使静脉管腔变窄或闭塞的有效性,这是减少静脉回流的先决条件,并发挥按摩作用以改善运动过程中的静脉泵血功能^[14]。DSI反映了动态穿着状态下,MGCS压缩力的脉动能力,被认为是临床实践中压力疗法的疗效评价指标^[6]。合理

地优化松紧度和压缩力可实现穿戴舒适性和治疗效果之间的平衡^[6,15]。

2.3 弹性滞后

在物理学上,弹性是指物体在外力作用下发生形变,当外力撤消后能恢复原来大小和形状的性质,其物理原理可用胡克定律(Hook's Law)来解释,即在弹性限度内应力与应变成正比,应力去除,变形消失。由于医用加压材料中存在着内耗或塑性,不能完全遵守胡克定律,应变落后于应力,使加载线与卸载线不重合而形成一封闭回线,这种现象称为弹性滞后^[16]。加载和卸载曲线所包围的区域反映了医用加压织物在拉伸-松弛过程中的能量耗散,反映了加压材料的弹性滞后特性。随着步行时腿围的动态变化,MGCS的拉伸-松弛反复作用于皮肤和软组织。根据上述的MGCS松紧度特性,当腿围增加时,压缩力将或多或少地上升;当腿围减小时,界面压力下降。如果MGCS材料含有高弹性迟滞的织物,MGCS的弹性伸长就无法跟上正常行走速度时腿围变化,从而使B1水平的界面压力急剧增加,达到2.5 mmHg/cm^[11]。这种现象与速度有关,被称为MGCS的按摩效应^[11]。

一般而言,松紧度、弹性和弹性滞后是影响加压治疗中压缩力性能、持续时间、舒适度和医疗效果的重要特征^[6]。相同压缩力水平的加压治疗可能表现出不同的动态松紧度、弹性和弹性滞后,从而导致压缩压力水平的变化。MGCS的压缩力质量取决于所用材料的特性,腿部在静态条件下的压力-弹性关系受拉普拉斯定律影响,松紧度取决于静态条件下的弹性,而弹性滞后受运动速度的影响^[17]。MGCS对腿部表面所施加的压缩力取决于拉普拉斯定律,该界面压力传递到深部组织(皮下脂肪、肌肉和静脉)中的过程取决于帕斯卡定律,步行过程中的压缩力变化取决于腿围变化,压力随时间变化的持久性取决于加压装置的质量^[17]。

2.4 弹性持久性和耐疲劳性

持久性是指压力袜在模拟的重复洗涤和穿戴程序后保持其公称压缩力的能力^[3]。我国医药行业标准规定,压力袜在正常使用中宜保持其相应级别的压缩力6个月^[3]。疲劳是指材料在循环加载下,在某点或某些点承受扰动应力,并在一定循环次数后产生局部的永久性损伤,形成裂纹、裂口、生热、剥离、破坏等,或使裂纹进一步扩展直到完全断裂以致最后丧失使用价值的现象;而耐疲劳性是指承受应力或应变反复作用的能力;疲劳寿命指在循环加载下,产生疲劳破坏所需的应力和应变的循环次数^[18-19]。制造商应实施质量控制,严格测试压力袜的弹性持

久性和耐疲劳性^[3,20]。患者在使用压力袜几个月的过程中,若从比较难穿着变得非常容易穿着,则可能是因为织物已经疲劳,无法再提供治疗剂量的压缩力。

3 MGCS的病理生理学机制

MGCS的病理生理学作用包括:提高骨骼-肌肉泵的效率 and 减小静脉直径,增加静脉血流量和流速;改善瓣膜功能,减少病变浅表或深部静脉的反流;降低病理性静脉高压,加速微循环中的血液流动,减少静脉血流淤滞,减轻水肿和炎症;提高组织液静水压,改善微循环和皮肤氧合作用,减少组织中升高的水分含量,增加有毒物质的排放^[6-9,21-22]。炎症和水肿的减轻使疼痛和僵硬得到缓解,也可改善肢体和关节的功能^[22]。

4 MGCS的临床选择策略

4.1 治疗前评估

拟使用MGCS实施加压治疗前,应仔细询问现病史和既往史,详细地进行下肢体格检查和动静脉彩超检查,明确下肢静脉和淋巴疾病的诊断,严格掌握适应证和禁忌证。

主要适应证包括:改善慢性静脉疾病的症状和生活质量;改善慢性静脉疾病所致皮肤病变;预防腿部静脉溃疡复发;促进腿部静脉溃疡愈合;减轻下肢静脉曲张干预治疗后的副作用;减轻急性深静脉血栓形成的疼痛和肿胀;预防和治疗血栓形成后综合征;预防抗凝药物禁忌者的机械性血栓;淋巴水肿维持治疗阶段使用MGCS以保持已取得的效果和防止复发^[23]。

主要禁忌证包括:疑似或确诊周围动脉疾病;难以控制的重度高血压、糖尿病、充血性心力衰竭或肾功能衰竭;严重的周围神经病变;局部皮肤或软组织病变或肢体恶性肿瘤;压力袜材料不耐受或过敏^[24]。

4.2 经典选择方案

文献中并不存在“经典选择方案”这个词语,在本研究中特指按产品使用说明书和大多数文献描述的MGCS选择策略,包括以下几个步骤。

(1)根据病变和水肿范围选择压力袜型式

静脉体征和水肿局限于膝以下者,选择膝下中筒袜(标识代码为AD);水肿和静脉体征出现在膝周和膝上者,选择过膝中筒袜(标识代码为AF)或长筒袜(标识代码为AG);生殖器或躯干水肿者,选择连裤袜(标识代码为AT)^[25]。膝下中筒压力袜和过膝中筒压力袜常用于慢性静脉疾病,而长筒袜或连裤袜用于硬化疗法后或急性深静脉血栓形成以及淋巴水

肿的加压治疗^[6]。

(2)根据体型测量结果选择压力袜规格

准确的下肢体型测量对于确保疗效和穿着舒适度至关重要。下肢体型测量宜在直立的病人腿上进行^[4-5]。最好在早晨起床后或除去压迫绷带后尽快测量,以最大程度地减少水肿对测量结果的影响;应要求,患者站立时将体重均匀地放在双脚上;治疗过程中,患者症状和水肿缓解后就及时重新进行测量,以根据病情病变调整压力袜的规格^[25]。请务必查看制造商提供的产品说明书,以了解需要测量哪些参数。一般需测量以下6个体型参数:①踝围,测量踝骨上方最细部位(B点)的水平周长;②小腿围,测量小腿最丰满部位(C点)的水平周长;③小腿长度,从足底到髌骨和腘窝的中心(E点)的长度;④大腿围,病人直立时腹股沟中央向下5 cm处(G点)的水平围长,或大腿内侧肌肉最膨隆处的水平周长或经臀股沟点的大腿水平围长;⑤大腿长度,从足底到臀股沟点(K2点)的长度;⑥臀围(只适用于连裤袜),臀部向后最突出部位的水平围长^[4-5]。然后,根据产品说明书选择体型参数对应的压力袜规格。

(3)根据疾病临床分级选择压缩力等级

关于何种压缩力等级的MGCS在改善静脉功能方面更为有效,目前尚无循证医学意见。一般,I级压力袜推荐用于轻度的C1~C3级静脉疾病和无法使用或耐受II级压力袜者;II级压力袜推荐用于轻度的C1~C3级静脉疾病;III级压力袜推荐用于更为严重的C1~C3级静脉疾病、C4级静脉疾病、血栓形成后综合征、淋巴水肿;IV级压力袜推荐用于C5~C6级静脉疾病和淋巴水肿(若使用III级压力袜无效且能耐受IV级压力袜时,亦可用于C3~C4级静脉疾病)^[7,25]。

4.3 S.T.R.I.D.E.选择方案

国际淋巴水肿与伤口训练学院(International Lymphedema & Wound Training Institute, ILWTI)2019年发表的下肢加压服装选择专业指南建议使用S.T.R.I.D.E.流程图来选择下肢外力加压装置;S.T.R.I.D.E.的每个字母代表了选择加压服装时需要考虑的6个事项^[26]。

(1)S=SHAPE,外形

肢体外形和水肿分布与加压服装的类型、形状和尺寸相对应,加压范围应包括水肿的所有区域。水肿累及骨盆和生殖器时,选择连裤袜、自行车短裤、紧身裤或生殖器垫;水肿累及大腿和/或膝部时,选择连裤袜、长筒袜、过膝中筒袜或护膝;水肿累及小腿和/或脚踝时,选择膝下中筒袜;水肿累及足和趾时,选择足套或趾套。

(2)T=TEXTURE,质地

水肿区组织质地可描述为水样质地、脂肪样质地、油灰样质地、木质样质地和脆性组织,相应的加压服装质地应选择弹性织物、硬挺织物、多层织物、绒面织物和可调织物。

(3)R=REFILL,再充盈

评估水肿再充盈的时间和速度以确定白天或夜间是否需要加压服装以及密闭度。水肿在白天再充盈则选择日装,在夜间再充盈则选择夜装。圆筒织物和横编织物是为日间穿着而设计的,而可调式护套和消肿加压服装是为昼夜使用而设计的。水肿再充盈速度可分为缓慢再充盈和快速再充盈。缓慢再充盈定义为当压迫解除时,水肿在24 h或更长时间内缓慢增加;应选择轻或中密闭度的弹性织物或硬挺织物;快速再充盈定义为当压迫解除时,水肿几乎立即开始增加,并在8 h内超过衣服尺寸,需要更强有力的密闭度和严格遵守加压治疗方案,并在需要时制定个性化的水肿减轻计划,选择高密闭度的硬挺织物或可调式护套,日间可考虑穿着多层织物。

(4)I=ISSUES,重点问题

应考虑加压治疗的适应证、禁忌证、注意事项和治疗目标以及患者的生理心理状况、活动能力、经济状况、照护条件和既往治疗经历等。治疗前应对患者进行全面的医学评估,包括对动脉、静脉和淋巴管的评价,至少应行下肢静脉彩超检查以排除深静脉病变,并测定踝肱指数以评估外周动脉疾病。

(5)D=DOSAGE,剂量

根据医学诊断、适应证、禁忌证和水肿病因,开出适当加压剂量的处方,选定加压服装的压缩力大小。从现有的共识文件、科学证据和专家意见中总结得出的压缩力剂量处方如下。15~20 mmHg,适用于C0~C1级慢性静脉疾病、妊娠期静脉曲张、久坐或久站者预防腿部肿胀、卧床患者预防深静脉血栓形成;20~30 mmHg,适用于无深静脉血栓形成病史者静脉性腿部溃疡的预防与治疗,轻度水肿、静脉曲张和静脉性溃疡,硬化治疗后,细血管扩张(C1级),具有静脉曲张和深静脉血栓形成急性期主观症状者,C3~C4级慢性静脉疾病;30~40 mmHg,适用于具有深静脉血栓形成病史者静脉性腿部溃疡的预防与治疗,中度水肿、中度静脉疾病、静脉曲张和静脉性溃疡,粗大静脉曲张行硬化治疗后,皮肤脂肪硬化症/组织改变(C4b级),促进腿部静脉溃疡愈合,预防腿部静脉溃疡复发,淋巴水肿;40~50 mmHg,适用于重度水肿、重度静脉疾病、静脉性溃疡、淋巴水肿和深静脉血栓形成;50~60 mmHg,适用于淋巴水肿。

值得注意的是,这些推荐的压缩力剂量仅基于医学诊断,而不包括患者的个体特征,如肢体尺寸、

组织质地、水肿分布或行为能力。有效的压缩力处方需要将压缩力选择与患者临床表现相匹配。此外,压缩力处方亦应考虑织物的个体特征,如使用两层低压缩力的服装或选择低压缩力的硬挺织物可有效地代替高压缩力的服装。C4级慢性静脉疾病既可选择30~40 mmHg织物,也可选择低压缩力织物,如15~20 mmHg的双层圆筒织物、1级或2级(18~21 mmHg或23~32 mmHg)横编织物或静息压力为20~30 mmHg的可调式护套。

(6)E=ETIOLOGY,病因

明确导致水肿或淋巴水肿的病因和临床表现,准确认识水肿的表现以及相应的形状、分布、组织质地特征,为整个水肿过程实施加压治疗提供指导。水肿的常见病因包括慢性静脉疾病、淋巴水肿、脂肪水肿、依赖性水肿、充血性心力衰竭、慢性肾病、肥胖和药物。慢性静脉疾病CEAP分级以淋巴水肿和脂肪水肿分期的标准请参见相应临床实践指南^[27-31]。

5 小结与展望

全面准确地认识MGCS的产品特征和材料力学性能是理解其病理生理学作用机制的基础,是选择舒适体的MGCS以确保患者依从性和临床治疗效果的关键。但是,临床医师不太熟悉MGCS的材料力学性能,相关的临床研究不够深入。MGCS的经典选择方案主要基于产品制造标准和制造商的推荐意见。S.T.R.I.D.E.选择方案尽管综合考虑了产品的材料力学性能和患者的临床表现,但其主题是肢体水肿的加压治疗,并未完全涵盖加压治疗的全部适应证。再者,两种选择方案均缺乏严格的循证医学研究来证实其临床价值。因此,进一步加强MGCS的基础和临床研究是我们面临的一项重要任务。

【参考文献】

- [1] NICOLAIDES A, KAKKOS S, BAEKGAARD N, et al. Management of chronic venous disorders of the lower limbs. Guidelines according to scientific evidence. Part I[J]. Int Angiol, 2018, 37(3): 181-254.
- [2] XU Y, WANG W, ZHAO J, et al. Knowledge, attitude, and practice of healthcare professionals toward clinically applying graduated compression stockings: results of a Chinese web-based survey[J]. J Thromb Thrombolysis, 2019, 47(1): 102-108.
- [3] 国家食品药品监督管理局. 中华人民共和国医药行业标准 YY/T 0853-2011: 医用静脉曲张压缩袜[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011: 1-26.
National Food and Drug Administration. Pharmaceutical industry standard of the People's Republic of China-YY/T 0853-2011: medical compression hosiery for varices[S]. Beijing: Standards Press of China, 2011: 1-26.
- [4] 中华人民共和国工业和信息化部. 中华人民共和国纺织行业标准 FZ/T 73031-2009, 压力袜[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 1-11.
Ministry of Industry and Information Technology, PRC. Textile industry standard of the People's Republic of China-FZ/T 73 031-2009: pressure socks[S]. Beijing: Standards Press of China, 2009: 1-11.
- [5] 国家食品药品监督管理局. 中华人民共和国医药行业标准 YY/T

- 0851-2011: 医用防血栓袜[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011: 1-20.
National Food and Drug Administration. Pharmaceutical industry standard of the People's Republic of China-YY/T 0851-2011: medical thrombosis prophylaxis hosiery[S]. Beijing: Standards Press of China, 2011: 1-20.
- [6] LIU R, GUO X, LAO T T, et al. A critical review on compression textiles for compression therapy: textile-based compression interventions for chronic venous insufficiency[J]. Textile Res J, 2017, 87(9): 1121-1141.
- [7] ATTARAN R R, OCHOA CHAAR C I. Compression therapy for venous disease[J]. Phlebology, 2017, 32(2): 81-88.
- [8] LEE B B, NICOLAIDES A N, MYERS K, et al. Venous hemodynamic changes in lower limb venous disease: the UIP consensus according to scientific evidence[J]. Int Angiol, 2016, 35(3): 236-352.
- [9] PARTSCH H, MANI R. Physics of using compression to treat venous leg ulcers and other conditions of the lower extremities[M]. Springer, Cham: Compression and Chronic Wound Management, 2019: 13-37.
- [10] MOSTI G. Stiffness of compression devices[J]. Veins and Lymphatics, 2013, 2(1): e1.
- [11] NEUMANN H A, PARTSCH H, MOSTI G, et al. Classification of compression stockings: report of the meeting of the International Compression Club, Copenhagen[J]. Int Angiol, 2016, 35(2): 122-128.
- [12] UHL J F, BENIGNI J P, CORNU-THENARD A. Where should stiffness be measured *in vivo*?[J]. Veins and Lymphatics, 2013, 2(1): e5.
- [13] PARTSCH H, SCHUREN J, MOSTI G. The static stiffness index: an important parameter to characterise compression therapy *in vivo*[J]. J Wound Care, 2016, 25(Suppl 9): S4-S10.
- [14] MOSTI G. Relevance of stiffness of compression material on venous hemodynamics and edema[J]. Veins and Lymphatics, 2013, 2(1): e9.
- [15] XIONG Y, TAO X. Compression garments for medical therapy and sports[J]. Polymers (Basel), 2018, 10(6): E663.
- [16] CORNU-THENARD A, JOLLIVET P. Hysteresis and medical compression bandage and stockings[J]. Veins and Lymphatics, 2017, 6(1): 6621.
- [17] MARTINO NEUMANN H A. Elasticity, hysteresis and stiffness: the magic triangle[J]. Veins and Lymphatics, 2013, 2(1): e6.
- [18] TALREJA T. A conceptual framework for studies of durability in composite materials[M]. Elsevier Ltd: Fatigue of Textile Composites, 2015: 3-27.
- [19] 陈晋凯, 游革新. 拉伸对聚氨酯纤维结构与疲劳性能的影响及寿命预测[D]. 广州: 华南理工大学, 2017.
CHEN J K, YOU G X. Effect of stretching on structure and fatigue properties of polyurethane fiber and life prediction[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2017.
- [20] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 中华人民共和国国家标准 GB/T37635-2019, 纺织品弹性织带耐疲劳外观变化试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019: 1-3.
State Administration for Market Regulation, National Standardization Management Committee. The national standard of the People's Republic of China-GB/T 37635-2019: textiles-test method for fatigue resistance on visial change of elastic straps[S]. Beijing: Standards Press of China, 2019: 1-3.
- [21] LIM C S, DAVIES A H. Graduated compression stockings[J]. CMAJ, 2014, 186(10): E391-E398.
- [22] HAGUE A, PHERWANI A, RAJAGOPALAN S. Role of compression therapy in pathophysiology of the venous system in lower limbs[J]. Surgeon, 2017, 15(1): 40-46.
- [23] RABE E, PARTSCH H, HAFNER J, et al. Indications for medical compression stockings in venous and lymphatic disorders: an evidence-based consensus statement[J]. Phlebology, 2018, 33(3): 163-184.
- [24] ANDRIESEN A, APELQVIST J, MOSTI G, et al. Compression therapy for venous leg ulcers: risk factors for adverse events and complications, contraindications-a review of present guidelines[J]. J Eur Acad Dermatol Venereol, 2017, 31(9): 1562-1568.
- [25] ATKIN L. Venous leg ulcer prevention 2: hosiery product selection[J]. Nursing Times, 2019; 15(7): 27-30.
- [26] BJORK R, EHMANN S. Professional guide to compression garment selection for the lower extremity[J]. J Wound Care, 2019, 28(Sup6a): 1-44.
- [27] EKLÖF B, RUTHERFORD R B, BERGAN J J, et al. Revision of the CEAP classification for chronic venous disorders: consensus statement [J]. J Vasc Surg, 2004, 40(6): 1248-1252.
- [28] VASQUEZ M A, RABE E, MCLAFFERTY R B, et al. Revision of the venous clinical severity score: venous outcomes consensus statement: special communication of the American Venous Forum Ad Hoc Outcomes Working Group[J]. J Vasc Surg, 2010, 52(5): 1387-1396.
- [29] WITTENS C, DAVIES A H, BÆKGAARD N, et al. Management of chronic venous disease: clinical practice guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS)[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2015, 49(6): 678-737.
- [30] Executive Committee. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema: 2016 Consensus Document of the International Society of Lymphology[J]. Lymphology, 2016, 49(4): 170-84.
- [31] LONTOK E, BRIGGS L, DONLAN M. Lipoedema: a giving smarter guide[OL]. The Milken Institute, 2017. <https://milkeninstitute.org/sites/default/files/reports-pdf/Lipedema-Giving-Smarter-Guide.pdf>
(编辑: 谭斯允)