·综述·

特发性脊柱侧凸支具治疗研究进展*

梁菊萍[1] 周 璇[1] 陈梅佳[2] 杜 青[1,3]

脊柱侧凸是指脊柱在冠状面上向侧方弯曲[1—2]。特发性脊柱侧凸(idiopathic scoliosis, IS)即病因不明的脊柱侧凸,是最常见的脊柱侧凸类型,好发于10—16岁青少年,又称为青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)[3]。IS通常无临床症状[4],但脊柱侧凸造成的身体外表畸形会影响青少年的自我形象和自尊心,降低生存质量[5—6],当侧凸进展到一定角度(通常是Cobb角30°),则患者成人期发生健康问题的风险会显著增加[3],因此,需要在生长发育时期实施早期干预以预防侧凸进展。支具治疗是脊柱侧凸常用的非手术治疗方法之一,大量研究已证实其疗效,并得到了广泛的认可[2,4,6—11]。然而,用于治疗IS的支具种类繁多,佩戴时间、方法及其应用原理等各不相同,其疗效也大相径庭。本文将就IS支具的演变史、分类、常用支具及其疗效、支具选择与使用作一综述,为临床医师制定支具处方、矫形师制作支具提供参考依据,从而有效提高支具的疗效。

1 支具演变史

支具应用于脊柱侧凸领域可追溯到公元前四百多年,古希腊名医希波克拉底(Hippocrates)发明了牵引结合加压以矫正脊柱畸形的强制复位器械[12]。16世纪,法国著名外科医生AmbroiseParé对脊柱侧凸患者实施身体纵向牵引后,让患者穿上铁制紧身衣(iron corset)进行矫形,奠定了现代矫形支具发展的基础[13]。随后支具不断改进,1877年,美国Lewis Sayre发明塞尔式石膏背心(Sayre jacket),为现代支具治疗技术用于脊柱侧凸领域铺垫了基石[14]。20世纪初,美国矫形外科医生Russell Hibbs要求患者术前穿上铰链式和螺丝扣石膏背心(turnbuckle cast),以期术前就获得了矫正[15]。1945年,美国Walter Blount和Albert Schmidt发明可拆卸式的颈胸腰骶支具(cervico-thoraco-lumbo-sacral orthosis, CTLSO),取代了术后制动石膏背心,成为脊柱侧凸支具治疗的重要里程碑,是现代支具的起源,Milwaukee支具成为CTLSO支具的代表[16]。20世纪60年代,法国Pierre Stagnara发明了里昂支具,随后形成了独特的里昂支具管理体系[17],同期法国矫形外科医生Jacques.Chêneau发明色努支具(Chêneau brace),经过不断改良,与德国Hans-Rudolf Weiss、西班牙Manuel Rigo共同建立了色努支具系统,使其成为至今具有相当影响力的支具。1969年,美国G. Dean MacEwen发明了胸腰骶支具(thoraco-lumbo-sacral orthosis, TLSO)——Wilmington支具[18],3年后,美国Bill Miller和Joh Hall发明了波士顿支具(Boston brace),因其质量轻、疗效好、制作时间较短,可满足任一类型脊柱侧凸而受到普遍关注,后期随着支具不断改良创新,波士顿支具成为目前广受医生、矫形师、患者欢迎的支具之一[19]。随后,Charleston支具、Providence支具、Progressive action short brace支具、Rosenberger支具、动态反旋支具、动态软支具SpineCor不断问世[20]。2000年以后,欧洲不断涌现新的支具,包括Sforzesco支具、TriaCTM支具、胸腰前凸干预支具等,同时以往发明的支具也在不断地在临床实践过程中推陈出新,逐渐形成了两大主流的支具体系:欧洲支具体系和北美体系[21]。

2 支具分类

支具可根据脊柱的解剖平面、支具的材料、支具佩戴时间进行分类。

2.1 根据解剖平面分类

支具最简单的分类是根据解剖平面(如颈、胸、腰、骶)分类,以矫正侧凸位置的高低大体分为两类:一类是带有颈托或上部金属结构支具,通常统称为颈胸腰骶支具,如Milwaukee支具等,主要用于控制和矫正上部胸椎侧凸畸形。另一类是不带颈托、高度只达到腋下的支具,统称为TLSO[22],如波士顿支具、色努支具、Wilmington支具等,主要用于控制和矫正下部胸椎侧凸畸形(T7以下)[23]。

2.2 根据支具制作材料分类

根据支具的软硬程度来分型,可分为硬支具和软支具,硬支具通常由聚乙烯材料制成,包括Milwaukee支具、Boston支具、Wiimington支具、色努支具、Charleston支具等,硬支具是目前使用最为广泛的类型。软支具通常由弹性材料制成,

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.05.023
*基金项目:上海市卫生计生系统重要薄弱学科建设项目(2015ZB0406);上海市残联系统康复人才培养三年行动计划优秀学科带头人项目
1 上海交通大学医学院附属新华医院康复医学科,上海,200092; 2 上海体育学院运动科学学院; 3 通讯作者
作者简介:梁菊萍,女,康复治疗师;收稿日期:2017-03-14

包括SpineCor支具、TriaCTM支具等[20,24]。

2.3 根据支具使用的时间分类

根据支具佩戴的时间,可分为夜间支具(night time brace),需要每天佩戴8—12h,只在夜间使用;部分时间佩戴支具(part time brace),需要每天佩戴12—20h,只在离开学校以及夜间使用;全天佩戴支具(full time rigid brace)需要佩戴20—24h[3]。

3 常见的特发性脊柱侧凸支具类型及选择

3.1 波士顿支具

波士顿支具采用六块标准预制模具作为支具上部结构的基底,使其满足绝大部分患者[19]。随后上部结构被胸部扩延和衬垫所替代,以提高侧凸的矫正效果。预制的对称模具减少了支具制作时间和花费,根据患者个性化需求将内置衬垫放置于凸侧,设计放松点或凹侧开窗[20]。临床医生和矫形师需对患者进行相关的支具教育。目前,波士顿支具系统包括了腰部、胸腰部、胸部、后凸支具[25]。波士顿支具采用CAD/CAM技术,根据患者的测量数据,对模型材料加工制作而成,是一款后开襟支具,支具内的衬垫放置于侧凸的顶椎和侧凸下方,对侧开窗释放压力[26]。

波士顿支具是目前使用最为广泛的TLSO支具,用于控制和矫正下部胸椎侧凸畸形(顶椎位于T6—L3),通常带有15°的腰椎后凸,以减少过度后凸的现象[20]。此外,胸椎后凸减少(胸椎后凸0°—20°)是特发性脊柱侧凸常见的体征,标准波士顿支具可用于治疗轻度胸椎后凸减少,改良波士顿支具用于治疗严重或有对抗性的胸椎后凸,波士顿支具要求每天佩戴23h[20,27—28]。

前瞻性研究发现[29],82%的患者佩戴波士顿支具未出现侧凸进展,患者平均每天佩戴支具12h以上。Lange等[30]分析了109例AIS患者使用波士顿支具治疗后12年的长期疗效,发现大部分患者的长期疗效较为满意。Katz等[31]研究证实,波士顿支具控制侧凸发展的疗效优于Charleston支具,尤其体现在Cobb角为36°—45°的AIS患者(83%的Charleston支具患者进展,波士顿支具为43%),建议Charleston支具仅用于Cobb角较小的单胸腰弯或单腰弯患者。

3.2 色努支具

目前色努支具主要包括:Rigo色努支具(Rigo system Chêneau brace)、ScoliologiC® Chêneau light™支具、Gensingen支具这三种类型[20,32—33],是目前欧洲应用最为广泛的一种TLSO硬支具,其最主要的作用机制是利用多点压力区域和伸展空间系统进行脊柱畸形的三维过度矫正[34]。色努支具在凸侧施压,对侧提供额状面、矢状面、水平面的伸展空间,可以预防侧凸进展,减少轴向旋转[35]。Rigo色努支具是一种改良的色努支具,由西班牙Manuel Rigo发明,Rigo重新定义色努支具的生物力学应用原理,并提供了一个新的侧凸模式分型,即不平衡胸弯、双弯、平衡胸和假双弯、单腰弯或胸腰弯[36]。Rigo色努支具通过提供外力促使脊柱在横截面反旋转、矫正额状面的侧方偏倚,促进矢状面的生理特征正常化[20]。ScoliologiC® Chêneau light是由Hans-Rudolf Weiss于2005年发明,旨在让色努支具更轻盈、更舒适、更易于佩戴,让患者在支具治疗期间有更好的生存质量[32],但由于Chêneau light™只能用于胸右、腰左的脊柱侧凸患者,对胸腰弯类型还没有特定的Chêneau light™支具模型,且由于Chêneau light™支具模型的大小有一定的限制,因此躯干瘦小的患者或者小于10岁以下的儿童难以佩戴[33],为改善上述问题,Hans-Rudolf Weiss于2009年发明了Gensingen支具,又称为GBW(Gensingen Brace Weiss)支具,它不仅可以在3天左右制作完成,而且易于调节、穿戴舒适、结合计算机辅助设计/计算机辅助制造技术(Computer-aided design and computer-aided manufacturing, CAD/CAM),使其成为目前欧洲使用较为广泛的支具[33]。

色努支具是一种不对称的支具,用于上端椎在T5以下、Cobb角度在25°—45°的脊柱侧凸,要求每天佩戴20—23h[37]。Rigo色努支具、GBW支具根据各自特定的治疗理念可以治疗不同类型的脊柱侧凸[33,38],GBW目前有超过35种不同大小的GBW模型,涵盖了运动员以及小年龄儿童的躯干模型,不同的患者都可以在这些模型的基础上进行微调后获得合适的支具[33]。

Fang等[39]研究发现,AIS患者佩戴色努支具24.4个月后,50%患者Cobb角下降大于5°,患者的胸后凸和腰前凸显著下降,但矢状面垂直轴偏倚显著增加-44.0mm至-30.2mm。回顾性研究观察48例进展性AIS女生佩戴色努支具结合物理治疗的疗效,发现色努支具结合物理治疗可以有效阻止全部患者的侧凸进展,所有患者不需要进行手术治疗[40]。一项前瞻性对照研究比较色努支具与SpineCor支具疗效[41],证实色努支具治疗高进展风险AIS的疗效显著优于SpineCor,在患者生长发育停止后,在佩戴色努支具的患者中,80%未出现进展,而SpineCor仅有8%,且佩戴SpineCor的患者初始Cobb角为21°,而色努支具为33°。

3.3 Lyon支具

里昂支具(Lyon)是一款可调节的僵硬型、TLSO支具,是目前欧洲常用的胸弯段脊柱侧凸的矫形支具[21]。里昂支具治疗分两个步骤:①石膏塑形以延长凹侧软组织,获得真实的蠕变结构;②定制可调节的腋下支具以维持结构黏弹性[42]。2013年,Jean Claude de Mauroy采用CAD/CAM技术替代传统的石膏模型,衍生出新型里昂支具——ARTbrace(Asymmetrical Rigid Torsion Brace)[43]。ARTbrace同时对支具的节段模铸也进行革新,实现在骨盆、腰椎、胸椎的额状

面、矢状面上精确的过度矫正，利用“松解耦合运动”获得全脊柱反旋转疗效[44]。里昂支具基于三点力原理理念对脊柱施加反旋转的力，支具内嵌入一个放置于肋骨隆起内侧的衬垫以及一个前置的肋骨、肋软骨凹侧的衬垫（与后方的衬垫相对）以获得胸椎反旋转，并腰椎段施加一个凸侧横截面的推力，利用支撑棒在矢状面的屈曲来加大腰椎前凸，增加胸椎后凸[17]。

里昂支具可用于11—13岁、Cobb角≥20°、生长发育快速时期的患者，以及生长发育缓慢的、Cobb角为30°或者Cobb角＞40°、拒绝手术治疗的患者，里昂支具尤其适用于快速生长发育时期、胸弯的脊柱侧凸患者[17]。里昂支具治疗需全天佩戴，里昂支具的管理遵从脊柱侧凸研究协会（Scoliosis Research Society, SRS）规定的支具治疗纳入标准，遵从国际脊柱侧凸矫形和康复治疗协会（international scientific society on scoliosis orthopaedic and rehabilitation treatment, SOSORT）规定的支具管理指南[3,42,45]，结合里昂运动疗法一起进行治疗，包括姿势矫正与核心力量训练、呼吸训练、侧移及脊柱轴向训练等[42]。

Aulisa等[44]设计前瞻性研究对102例IS患者佩戴里昂支具发现，85.5%患者获得了矫正，13%保持稳定，1.5%发生侧凸进展，无患者需要进行手术。de Mauroy等[43]比较ARTbrace与传统里昂支具的疗效，发现ARTbrace不仅可以即刻出现支具内矫正效果，且这种疗效可进一步维持6个月—1年，作者甚至认为，ARTbrace作为改良或“新型”的里昂支具，可以完全取代以往石膏矫正与传统里昂支具的管理过程。

3.4 Milwaukee支具

密尔沃基支具（Milwaukee）是第一个在世界广泛用于脊柱侧凸管理的支具[16]。密尔沃基支具最初用于治疗脊髓灰质炎患者，随后用于脊柱融合术后患者。密尔沃基支具通过控制颈椎来矫正上胸段侧凸，但会影响身体外形美观，给患者带来不适感，因此患者的依从性十分不高，目前已被TLSO支具取代，仅用于治疗少年性椎体骨软骨病[26]。密尔沃基支具通常由定制的骨盆带、1条前置铝棒和2条后置金属棒以及衬垫组成，颈托前有下颌垫，后有枕垫，与3条金属棒连接以支撑颈椎[46]。密尔沃基支具为后开襟，通过胸部或腋下吊索提供被动矫正，由侧方的衬垫提供主动矫正[26]。

密尔沃基支具对Cobb角25°—40°、青春期前未成熟的、上胸段（顶椎位于T8以及T8以上）脊柱侧凸患者的矫正效果较为理想，要求每天佩戴23h，只有在游泳和运动的时候才可以脱下支具[20,47]。

1997年发表的一篇Meta分析证实[48]，每天佩戴密尔沃基支具或其他TLSO类型23h可有效阻止侧凸进展，且每天8h或者16h的佩戴效果显著弱于23h，但密尔沃基支具给患者带来的心理影响显著高于波士顿支具或Charleston支具。为了维持密尔沃基支具的疗效，同时减少患者身体、心理负担，已有研究推荐[49]，每天部分时间佩戴密尔沃基支具具有一定的疗效，不影响IS患者的生存质量。

3.5 Wilmington支具

威尔明顿支具（Wilmington）是一款对称、个性化定制、前开襟、热塑TLSO支具，源于患者对密尔沃基支具的依从性过低而设计的，类似一件塑料外套，紧贴身体，容易脱下，矫正模块放置于外套内侧，并使用可调节的Velcro皮带扣[20]。

Wilmington支具通常需要全天佩戴，用于Cobb角25°—39°、顶椎在T7以下的腰弯、胸腰弯和低胸弯的脊柱侧凸患者[20]。当侧凸具有一定弹性，且支具内的侧凸角度至少减少50%时，成功阻止侧凸进展的几率将增加，反之，僵硬、支具内侧凸角度减少低于50%的脊柱侧凸患者，支具疗效较差[50]。

Allington等[51]研究报道，98例AIS患者佩戴全天威尔明顿支具的疗效与48例部分时间佩戴的疗效无显著差异，作者提出，对于Cobb角≤40°的AIS只需要每天佩戴12—16h即可获得满意的矫正效果。一项长期回顾性研究显示[52]，55例IS女性患者佩戴威尔明顿支具后，83%的患者未发生侧凸进展。

3.6 Charleston支具

Charleston是首个夜间屈曲支具，也是一款前开襟、重量轻、个性化的、热塑TLSO支具，基于Heuter-Volkmann定律设计而成，即不对称的椎体负荷会影响骨骼生长发育[26]。Charleston支具取模时要求患者仰卧位、向侧凸的反方向弯曲，将患者固定于过度矫正的姿势，矫正力作用于侧凸顶点[26]。

Charleston支具对单腰弯、单胸弯、胸腰弯脊柱侧凸患者的疗效最佳，因为侧方屈曲治疗不会增加一个继发性的弯曲，所以对单侧弯曲的脊柱侧凸患者十分有效，需要患者夜间穿戴8—10h[20,53]。

Lee等[54]对95例AIS患者采用Charleston支具治疗，80例患者（84.2%）侧凸进展＜5°，侧凸角度25°—30°以及31°—40°患者治疗的有效率分别为80%、76%，且Charleston支具对下端弯曲的疗效（83%）优于上端弯曲（68%）。其他研究则报道，波士顿支具的疗效优于Charleston支具，但对于不愿意白天佩戴支具的患者而言，Charleston支具也是一种可选支具[31]。

3.7 Providence支具

Providence支具是一个非对称、前开襟设计、可选择性接触的夜间支具，可直接施加反旋转和侧方的力来获得矫形效果。目前，支具的制作要求将患者摆放好于制作台上，并放置可调节的衬垫来获得矫正效果，随后利用CAD/CAM技术完成支具制作[26]。

Providence夜间支具优于Charleston屈曲支具的主要原因是它没有过度矫正、且矫正程度在患者的耐受范围内，对柔软的单腰弯、胸腰弯侧凸的疗效较好，也可用于胸弯、双弯

型脊柱侧凸患者,尤其适用于Cobb角25°—35°的胸腰段、腰段脊柱侧凸[20]。

Janicki等[55]回顾性研究发现,Providence支具可用于控制轻到中度(Cobb角 < 35°)的AIS患者避免手术和预防侧凸进展,但60%(24/35)的患者需要手术治疗。Ohrt-Nissen等[56]回顾了63例AIS患者佩戴Providence支具的疗效,发现在患者骨骼成熟时,43%出现进展,其中27%需要手术治疗;随访2年后,37%需要手术治疗。Bohl等[57]研究认为,Providence支具的进展率与以往报道侧凸自然进展的研究类似或更低。目前关于Providence支具的研究报道存在不一致,需今后开展进一步研究。

3.8 SpineCor支具

SpinceCor支具由一个硬热塑骨盆腰带基座,绕过大腿及胯部,一件棉质的短上衣,4条矫形的弹力带组成,其设计和佩戴均需要结合CAD/CAM系统完成,是一种软支具[26]。SpineCor支具根据侧凸类型,采用特定的矫正运动,利用SpineCor辅助软件,牵拉侧凸对侧,以纠正脊柱侧凸、旋转,并保持脊柱稳定。为了保证其疗效,并获得神经肌肉整合功能,支具必须在一段时间内维持和加强矫正运动。SpineCor支具因其采用了可根据肌肉张力调节的动态的绑带,使用便捷,最初备受瞩目,其疗效经研究发现与其他硬支具类似,但随着使用增加以及研究的深入,患者佩戴SpineCor支具的进展率增加,且未改善患者的依从性,随后SpineCor的使用逐渐下降[26]。

SpinceCor支具是目前最为常用的一款软支具,适用于Cobb角度较小(20°—30°)的脊柱侧凸患者,需要每天佩戴20h,至少佩戴18个月,才能通过主动生物反馈活动获得矫正运动的神经肌肉整合功能[20]。

目前研究支持的支具治疗对特发性脊柱侧凸患者的积极疗效主要是采用了硬支具,虽然软支具的外观可能优于硬支具,且有文献报道了软支具结合运动疗法的成功案例[58],但单独使用软支具治疗特发性脊柱侧凸仍存在一定风险与争议,近期一项回顾性研究发现[59],在治疗结束后,佩戴SpineCor支具患者的平均侧凸进展角度为14.7°±11.9°,进展率为76%,Cobb角为47°±13°;波士顿支具仅为9.6°±13.7°,进展率为55%,Cobb角为41.7°±14.2°,提示SpineCor支具无法获得与波士顿支具类似的预防侧凸进展的疗效。作者认为,虽然SpineCor支具可以增加患者的身体活动,但是也会同时增加侧凸进展,甚至认为患者佩戴SpineCor支具存在增加手术风险的趋势。

4 支具的使用

根据目前的研究证据,尚不能决定一种支具设计是否优于另一种支具。临床医生需要根据患者的畸形、特点、实践方案、可选择的支具为患者设立最佳的支具治疗方案[26]。

4.1 支具治疗纳入标准

SRS制定了支具治疗纳入标准,以期为支具研究提供统一的受试者纳入标准和疗效评估方法,SOSORT指南制定了特发性脊柱侧凸的支具管理标准,旨在确保患者所需的护理要求可以降到最低,同时又可以增加治疗效果,使患者的依从性最大化[60]。SRS支具治疗纳入标准:10—15岁、骨骼未成熟、Risser 0—2级、未经其他治疗、女性患者要求月经前或月经初潮后1年内、Cobb角25°—40°。而支具治疗有效定义为:①侧凸进展≤5°和发育成熟时进展≥6°患者的百分比;②发育成熟时侧凸 > 45°患者的百分比和建议和已行手术治疗患者的百分比;③发育成熟后随访2年,需行手术治疗患者的百分比[45]。当患者骨骼已发育成熟且侧凸未进展至50°,可以停止支具治疗[26]。青春期生长发育高峰时期,AIS需每4个月随访一次,随后逐渐改为每6个月随访,对依从性较低的患儿,需增加随访次数以更好地管理患儿的治疗[26]。

4.2 依从性

依从性是影响患者支具疗效的重要因素之一。支具的依从性(佩戴时间)与治疗成功率呈线性关系,每天佩戴支具13h以上,成功率超过90%[8]。另外,一项前瞻性、证据等级为治疗性Ⅱ级的研究[29]发现,每天佩戴波士顿支具12h以上的患者中,82%的患者未出现进展,而在每天佩戴支具时间少于7h的患者中仅为31%,支具佩戴时间与侧凸进展呈剂量—反应曲线,即支具佩戴总时间越长,侧凸进展越少,尤其表现在治疗前Risser征0或1级患者,支具佩戴时间与手术需求呈负相关。通常医生要求Risser征较小的患者佩戴支具23h/d,但可随着患者骨骼成熟度的增加,支具佩戴时间可以逐渐减少。患者依从性下降可能原因包括支具影响身体外观和活动、影响学校生活与学习、对支具的不适感、皮肤压迫性溃疡、皮肤刺激、胸廓畸形、背部肌肉僵硬、心理障碍和社会适应、不良青少年尚未成熟、不稳定的性格特点等[60]。为提高AIS患者支具依从性,除了对支具本身进行设计、材料等方面的创新以提高患者依从性之外,还可以:①临床医生对青少年患者详细的支具处方解释可能会获得患者较高的依从性。研究显示,AIS患者的主治医生常规为患者解释治疗方案、支具治疗的原理、不依从支具后发展至手术治疗的风险,会影响AIS患者佩戴支具的决定/动机,而非手术医生与父母的建议[61]。②提供支具依从性监测/咨询。研究显示,为AIS患者解释支具依从性监测数据可以提高患者支具的佩戴时间,与未给予解释的患者相比,与患者分享监测数据,佩戴时间可以平均提高3.2h/d,减少11%的患者需要手术的需求。不需要手术治疗的患者平均每天佩戴支具2.1h,给予监测数据分享后,佩戴时间可以增加至3h/d[62]。

4.3 支具治疗方案

通常而言，轻度脊柱侧凸（Cobb角 < 25°），根据SRS推荐应该随访观察或根据SOSORT推荐进行脊柱侧凸特定运动疗法（physiotherapeutic specific exercises, PSE），中度脊柱侧凸（Cobb角25°—40°）且骨骼发育未成熟的患者推荐使用支具治疗结合PSE，严重脊柱侧凸（Cobb角 > 40°）则进行脊柱融合手术[63]。

周璇等[64]研究显示，早期进行以脊柱侧凸特定运动疗法为核心的康复治疗可阻止轻度AIS患者侧凸畸形进展，提高骨强度、改善肺功能，减少双侧竖脊肌肌肉运动控制差异，提高患者生存质量。Kalichman等[2]综述认为，脊柱侧凸特定运动疗法是提高IS患者呼吸功能的唯一方法，相比于单一的治疗方法，支具治疗结合脊柱侧凸特定运动疗法可以显著提高治疗效果。Weinstein等[8]2013年发表了一篇证据等级Ⅰ级的青少年特发性脊柱侧凸支具治疗研究（bracing in adolescent idiopathic scoliosis trial, BrAIST），旨在比较支具治疗与随访观察的效果差异，作者从美国及加拿大的25家研究机构招募AIS患者，116例患者随机分组，126例患者根据自己“偏好治疗方案”选择入组，结果显示，146例患者使用支具，96例患者简单观察，支具治疗成功率72%，而观察组仅为48%，证实支具治疗可显著防止侧凸进展，延缓手术时间，但由于无法随机招募受试者入组，导致了BrAIST由随机对照研究变为前瞻性观察研究[8]。Rivett等[61]研究显示，每天佩戴支具21.5h结合每周4次的特定脊柱侧凸运动疗法可以显著改善侧凸角度（主弯Cobb角改善10.19°），优于每天佩戴支具12h、每周1.7次特定脊柱侧凸运动疗法（主弯Cobb角增加5.52°）。然而最新研究显示，当Cobb角在40°—50°时，支具的有效性显著降低，尽管大部分这样的患者无法避免手术治疗，支具可能不是一个最佳的替代手术干预的方法，而对于那些通过支具治疗可以保持侧凸角度稳定直到骨骼成熟的、并拒绝手术治疗的患者，可以继续尝试支具治疗[65]。长期的临床研究证实，骨骼成熟时期的IS侧凸角度 < 50°不可能在后期进展到≥80°，支具治疗的疗效可维持一生[63]。

5 小结

特发性脊柱侧凸是一种复杂的、多因素、神经肌肉骨骼疾病。支具治疗可有效预防中度特发性脊柱侧凸患者的侧凸进展、减少患者的手术几率，已作为生长发育期儿童青少年中度特发性脊柱侧凸患者传统的“治疗标准”。不同的支具可针对不同严重程度的特发性脊柱侧凸患者，患者的支具依从性高可有效提高治疗效果，临床医生应该根据患者的侧凸角度、诊断年龄、潜在的脊柱生长发育情况、治疗动机、治疗依从性为患者选择合适的支具，并详细地解释支具处方，以提高患者的支具依从性。SOSORT指南提出，支具治疗结合脊柱侧凸特定运动疗法的疗效显著优于单一治疗方案，可用于Risser 0—2级、Cobb角25°—40°的特发性脊柱侧凸患者，脊柱侧凸特定运动疗法可有效避免支具治疗带来的并发症，如脊柱僵硬、肌肉力量下降，还可以提高支具疗效。目前，无论是单一支具疗法还是支具结合特定脊柱侧凸运动疗法应用于特发性脊柱侧凸，仍缺乏高质量的科学证据，今后需开展大规模、高质量的随机对照研究才能得到完整、客观的评价。

参考文献

[1] Hresko MT. Clinical practice. Idiopathic scoliosis in adolescents[J]. N Engl J Med, 2013, 368(9):834—841.

[2] Kalichman L, Kendelker L, Bezalel T. Bracing and exercise-based treatment for idiopathic scoliosis[J]. J Bodyw Mov Ther, 2016, 20(1):56—64.

[3] Negrini S, Aulisa AG, Aulisa L, et al. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth[J]. Scoliosis, 2012, 7(1):3.

[4] Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, et al. Braces for idiopathic scoliosis in adolescents[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(23):1813—1825.

[5] Çolak TK, Akgül T, Çolak I, et al. Health related quality of life and perception of deformity in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2017, 30(3):597—602.

[6] 周璇,杜青.脊柱侧凸特定运动疗法研究进展[J].中国康复医学杂志,2016,31(4):478—481.

[7] 杜青,周璇,励建安,等.青少年特发性脊柱侧凸改良色努支具应用研究[J].中国矫形外科杂志,2014,22(9):779—782.

[8] Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, et al. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis[J]. N Engl J Med, 2013, 369(16):1512—1521.

[9] Lusini M, Donzelli S, Minnella S, et al. Brace treatment is effective in idiopathic scoliosis over 45°: an observational prospective cohort controlled study[J]. Spine J, 2014, 14(9): 1951—1956.

[10] Negrini S, Donzelli S, Lusini M, et al. The effectiveness of combined bracing and exercise in adolescent idiopathic scoliosis based on SRS and SOSORT criteria: a prospective study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2014, (15):263.

[11] Schwieger T, Campo S, Weinstein SL, et al. Body image and quality-of-life in untreated versus brace-treated females with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(4):311—319.

[12] Marketos SG, Skiadas P. Hippocrates. The father of spine surgery[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1999, 24(13):1381—1387.

[13] Williams AN, Williams J. 'Proper to the duty of a chirurgeon': Ambroise Pare and sixteenth century paediatric sur-

gery[J]. J R Soc Med, 2004, 97(9):446—449.

[14] Sayre LA.Spinal disease and spinal curvature, their treatment by suspension and the use of the plaster of parisbandage[M].Smith, Elder & Co., London,1877.

[15] Falcone D.The Hibbs Society: Russell A. Hibbs, MD. Scoliosis Research Society [EB/OL].https://www.srs.org/professionals/conferences-and-meetings/the-hibbs-society.2015-10-26.

[16] Blount WP, Schmidt AC, Keever ED, et al. The Milwaukee brace in the operative treatment of scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1958, 40-A(3):511—525.

[17] de Mauroy JC, Lecante C, Barral F. "Brace Technology" Thematic Series - The Lyon approach to the conservative treatment of scoliosis[J]. Scoliosis, 2011, (6):4.

[18] Bassett GS, Bunnell WP. Effect of a thoracolumbosacral orthosis on lateral trunk shift in idiopathic scoliosis[J]. J Pediatr Orthop, 1986, 6(2):182—185.

[19] Watts HG, Hall JE, Stanish W. The Boston brace system for the treatment of low thoracic and lumbar scoliosis by the use of a girdle without superstructure[J]. Clin Orthop Relat Res, 1977, (126):87—92.

[20] Zaina F, De Mauroy JC, Grivas T, et al. Bracing for scoliosis in 2014: state of the art[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2014, 50(1):93—110.

[21] Grivas TB, Kaspiris A. European braces widely used for conservative scoliosis treatment[J]. Stud Health Technol Inform, 2010, (158):157—166.

[22] Grivas TB, de Mauroy JC, Wood G, et al. Brace Classification Study Group (BCSG): part one - definitions and atlas [J]. Scoliosis Spinal Disord, 2016, (11):43.

[23] Kehl DK, Morrissy RT. Brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis. An update on concepts and technique[J]. Clin Orthop Relat Res, 1988, (229):34—43.

[24] 易红蕾,王传锋,范建平,等.软体支具治疗青少年特发性脊柱侧凸的研究进展[J].脊柱外科杂志,2013,11(6):374—377.

[25] The Reference Manual for the Boston Scoliosis Brace[EB/OL].http://www.srs.org/UserFiles/file/bracing- manual/section5.pdf. 2015-7-15

[26] Gomez JA, Hresko MT, Glotzbecker MP. Nonsurgical management of adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2016, 24(8):555—564.

[27] Wynne JH. The Boston Brace and TriaC systems[J]. Disabil Rehabil Assist Technol, 2008, 3(3):130—135.

[28] The Scoliosis Research Society. Brace Manual[EB/OL]. http://www.srs.org/UserFiles/file/bracing-manual/section1.pdf. 2015-7-15.

[29] Katz DE, Herring JA, Browne RH, et al. Brace wear control of curve progression in adolescent idiopathic scoliosis [J]. J Bone Joint Surg Am, 2010, 92(6):1343—1352.

[30] Lange JE, Steen H, Brox JI. Long-term results after Boston brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Scoliosis, 2009, (4):17.

[31] Katz DE, Richards BS, Browne RH, et al. A comparison between the Boston brace and the Charleston bending brace in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1997, 22(12):1302—1312.

[32] Weiss HR, Werkmann M. "Brace Technology" Thematic Series - The ScoliOlogiC® Chêneau light™ brace in the treatment of scoliosis[J]. Scoliosis, 2010, (5):19.

[33] Weiss HR. "Brace technology" thematic series - the Gensingen brace™ in the treatment of scoliosis[J]. Scoliosis, 2010, (5):22.

[34] Weiss HR, Rigo M. The chêneau concept of bracing--actual standards[J]. Stud Health Technol Inform, 2008, (135): 291—302.

[35] Kotwicki T, Cheneau J. Biomechanical action of a corrective brace on thoracic idiopathic scoliosis: Cheneau 2000 orthosis[J]. Disabil Rehabil Assist Technol, 2008, 3(3):146—153.

[36] Rigo MD, Villagrasa M, Gallo D. A specific scoliosis classification correlating with brace treatment: description and reliability[J]. Scoliosis, 2010, 5(1):1.

[37] Rigo M, Jelačić M. Brace technology thematic series: the 3D Rigo Chêneau- type brace[J]. Scoliosis Spinal Disord, 2017, (12):10.

[38] Chêneau J. Scoliosis treating brace evaluation of our brace since 1970: an evaluation of the normalization of rotation, of rib static and of the wedge shaped vertebrae[M].LocomotSyst, 2003, 1:29—38.

[39] Fang MQ, Wang C, Xiang GH, et al. Long-term effects of the Chêneau brace on coronal and sagittal alignment in adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Neurosurg Spine, 2015, 23 (4):505—509.

[40] De Giorgi S, Piazzolla A, Tafuri S, et al. Chêneau brace for adolescent idiopathic scoliosis: long-term results. Can it prevent surgery?[J]. Eur Spine J, 2013, 22(Suppl 6):S815—822.

[41] Weiss HR, Weiss GM. Brace treatment during pubertal growth spurt in girls with idiopathic scoliosis (IS): a prospective trial comparing two different concepts[J]. Pediatr Rehabil, 2005, 8(3):199—206.

[42] deMauroy JC,Lecante C.Reference Manual for the Lyon Scoliosis Brace[J]. Résonances Européennes du Rachis,2007, 15(47):1977—1988.

[43] de Mauroy JC, Journe A, Gagaliano F, et al. The new Ly-

on ARTbrace versus the historical Lyon brace: a prospective case series of 148 consecutive scoliosis with short time results after 1 year compared with a historical retrospective case series of 100 consecutive scoliosis; SOSORT award 2015 winner[J]. Scoliosis, 2015, (10):26.

[44] Aulisa AG, Guzzanti V, Falciglia F, et al. Lyon bracing in adolescent females with thoracic idiopathic scoliosis: a prospective study based on SRS and SOSORT criteria[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2015, (16):316.

[45] Richards BS, Bernstein RM, D'Amato CR, et al. Standardization of criteria for adolescent idiopathic scoliosis brace studies: SRS Committee on Bracing and Nonoperative Management[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(18):2068—2075; discussion 2076—2077.

[46] Schiller JR, Thakur NA, Eberson CP. Brace management in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2010, 468(3):670—678.

[47] The Reference Manual for the Milwaukee brace treatment of scoliosis[EB/OL].http://www.srs.org/UserFiles/file/bracing-manual/section4.pdf. 2015-7-15

[48] Rowe DE, Bernstein SM, Riddick MF, et al. A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1997, 79(5):664—674.

[49] Maruyama T, Takesita K, Kitagawa T, et al. Milwaukee brace[J]. Physiother Theory Pract, 2011, 27(1):43—46.

[50] The Wilmington Brace in the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis[EB/OL]. http://www.srs.org/UserFiles/file/bracing-manual/section6.pdf. 2015-7-15

[51] Allington NJ, Bowen JR. Adolescent idiopathic scoliosis: treatment with the Wilmington brace. A comparison of full-time and part-time use[J]. J Bone Joint Surg Am, 1996, 78 (7):1056—1062.

[52] Gabos PG, Bojescul JA, Bowen JR, et al. Long-term follow-up of female patients with idiopathic scoliosis treated with the Wilmington orthosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86-A(9):1891—1899.

[53] The Charleston bending brace an orthotist's guide to scoliosis management. http://www.srs.org/UserFiles/file/bracing-manual/section7.pdf.[EB/OL] 2015-7-15

[54] Lee CS, Hwang CJ, Kim DJ, et al. Effectiveness of the Charleston night-time bending brace in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Pediatr Orthop, 2012, 32(4): 368—372.

[55] Janicki JA, Poe-Kochert C, Armstrong DG, et al. A comparison of the thoracolumbosacral orthoses and providence orthosis in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: results using the new SRS inclusion and assessment criteria for bracing studies[J]. J Pediatr Orthop, 2007, 27(4): 369—374.

[56] Ohrt-Nissen S, Hallager DW, Gehrchen M, et al. Flexibility Predicts Curve Progression in Providence Nighttime Bracing of Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(22):1724—1730.

[57] Bohl DD, Telles CJ, Golinvaux NS, et al. Effectiveness of Providence nighttime bracing in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Orthopedics, 2014, 37(12):e1085—1090.

[58] Rożek K, Potaczek T, Zarzycka M, et al. Effectiveness of Treatment of Idiopathic Scoliosis by SpineCor Dynamic Bracing with Special Physiotherapy Programme in SpineCor System[J]. Ortop Traumatol Rehabil, 2016, 18(5):425—434.

[59] Gutman G, Benoit M, Joncas J, et al. The effectiveness of the SpineCor brace for the conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis. Comparison with the Boston brace [J]. Spine J, 2016, 16(5):626—631.

[60] Negrini S, Grivas TB, Kotwicki T, et al. Guidelines on "Standards of management of idiopathic scoliosis with corrective braces in everyday clinics and in clinical research": SOSORT Consensus 2008[J]. Scoliosis, 2009, (4):2.

[61] Rivett L, Stewart A, Potterton J. The effect of compliance to a Rigo System Cheneau brace and a specific exercise programme on idiopathic scoliosis curvature: a comparative study: SOSORT 2014 award winner[J]. Scoliosis, 2014, (9): 5.

[62] Brigham EM, Armstrong DG. Motivations for Compliance With Bracing in Adolescent Idiopathic Scoliosis[J]. Spine Deform, 2017, 5(1):46—51.

[63] Karol LA, Virostek D, Felton K, et al. Effect of Ccompliance counseling on brace use and success in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2016, 98(1):9—14.

[64] 周璇,杜青,梁菊萍,等.脊柱侧凸特定运动疗法治疗轻度青少年特发性脊柱侧凸患者的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(12):927—932.

[65] Zhu Z, Xu L, Jiang L, et al. Is brace treatment appropriate for adolescent idiopathic scoliosis patients refusing surgery with cobb angle between 40 and 50 degrees[J]. Clin Spine Surg, 2017, 30(2):85—89.