

青少年特发性脊柱侧凸支具 和保守治疗研究进展

王文磊¹, 达逸峰¹, 柴强¹, 高一丹¹, 黄智², 李峰², 郑文凯², 祝勇^{2*}

¹内蒙古医科大学研究生学院, 内蒙古 呼和浩特

²内蒙古医科大学第二附属医院脊柱外科, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2021年10月23日; 录用日期: 2021年11月13日; 发布日期: 2021年11月29日

摘要

青少年特发性脊柱侧凸(AIS)是一种包括冠状面上的侧弯、矢状面上的失平衡和椎体在横轴位上旋转在内的三维畸形。曲线的发展主要与青春期前后的快速生长有关。自然病史的发展可能会导致脊柱和胸部畸形, 严重情况下需要进行手术治疗。在青春期, 通过非手术治疗的方法可能会延缓曲线进程, 甚至减小曲度。我们描述了世界各地使用的不同类型的支架, 它们的适应症、技术要点和治疗效果。文献一致认为, 在适应症下, 对于Cobb角在20°~45°这一区间仍在增长的患者, 一个设计良好并且适配的支具可以在大多数情况下阻止曲度的进展。

关键词

青少年特发性脊柱侧凸, 支具治疗

Research Progress of Brace and Conservative Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis

Wenlei Wang¹, Yifeng Da¹, Qiang Chai¹, Yidan Gao¹, Zhi Huang², Feng Li², Wenkai Zheng², Yong Zhu^{2*}

¹Graduate School of Inner Mongolia Medical University, Huhhot Inner Mongolia

²Department of Thoracolumbar Spinal Surgery, The Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Huhhot Inner Mongolia

Received: Oct. 23rd, 2021; accepted: Nov. 13th, 2021; published: Nov. 29th, 2021

*通讯作者。

文章引用: 王文磊, 达逸峰, 柴强, 高一丹, 黄智, 李峰, 郑文凯, 祝勇. 青少年特发性脊柱侧凸支具和保守治疗研究进展[J]. 临床医学进展, 2021, 11(11): 5477-5485. DOI: 10.12677/acm.2021.1111811

Abstract

Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) represents the most frequent tridimensional spinal deformity. Progression of curves is linked mainly to the rapid growth around puberty. The natural history can lead to large spinal and thoracic deformities, which could impose surgical treatments. In that specific adolescent period, it is possible with very accurate treatments to halt curves progression. We describe the different types of braces used worldwide, their indications, technical applications, results and failures, as well as our own experience. There is a consensus in the literature that, for indications, a well-designed and adapted support can prevent progression of curvature in most cases in patients whose Cobb angle is increasing between 20° and 45°.

Keywords

Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS), Brace Treatment

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引文

脊柱侧凸是脊柱在冠状面上向侧方弯曲。特发性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。青少年特发性脊柱侧凸的治疗主要取决于脊柱侧凸角度的大小和脊柱侧凸的位置，以及在生长发育过程中的发展潜力。在过去的十年中，大量研究已证实其有效，青少年特发性脊柱侧凸(AIS)的自然病史可以通过非手术治疗来减缓其进程，特别是支具治疗[1]-[6]。非手术治疗的主要目的是在生长发育时期实施早期干预以预防侧凸进展。支具的选择基于脊柱侧凸曲度的类型和位置以及患者的依从性。避免不必要的手术，增加青少年的生活质量。1985 年，脊柱侧凸研究会(SRS)发起了一项对照临床试验研究，以调查支具作为脊柱侧凸治疗的有效性。将年龄、曲型和曲度相同的患者分为两组，一组接受支具治疗，另一组不接受治疗。1993 年发表的报告表明，与自然病史相比，支具治疗是有效的[6]。在另一项研究中[3]，回顾了 1000 多名接受支具治疗的脊柱侧凸患者的记录和 X 线片，并与未进行支具治疗的患者进行了比较[7]。这项回顾性研究证实，与未经支具治疗的患者相比，支具是减缓或阻止患者大部分脊柱侧凸进展的有效治疗方法。此外，对 20 项研究进行汇总分析后，每天 23 小时支具治疗的成功率明显高于任何其他非手术治疗[1] [6]。尽管如此，仍有一些患者的支具治疗无效[8]。其他形式的非手术治疗，如按摩或针灸、锻炼或其他体力治疗，或饮食和营养，尚未被证明在控制脊柱畸形方面有效。为了及早发现青少年特发性脊柱侧凸患者，并跟踪其可能的进展，筛查已经是 AIS 保守治疗的一部分。本文就 AIS 患者支具的演变史、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。

2. 支具的起源

支具治疗的适应症是仍在发育中的 Cobb 角为 25°至 40°的患者或 Cobb 小于 25°且在 6 个月内进展 5°至 10°(每月进展超过 1°)的患者。脊柱侧凸 20°~25°伴明显骨骼不成熟(Risser 0, T Anner 1 或 2)的患者也应立即治疗。支具一般是全天佩戴的，治疗时间为两到四年，直到骨骼成熟和骨骼生长结束[9] [10]。相比之下，支具治疗的禁忌症是骨骼发育成熟的儿童，或曲度超过 45°或 25°以下的儿童[1] [3] [4] [11]。由

于支具对胸椎的牵拉作用，胸椎前凸也是支具矫形治疗的禁忌症。女性的 AIS 患病率是男性的 7 倍，但是女性接受支具治疗的效果更明显，因为女性的脊柱柔韧性更强，青春期更短，治疗时间更短，女性相对男性而言对支具治疗的依从性也更高。在 AIS 的矫形治疗中，体重是一个不良的预测因素。超重的青少年患者会有更大的曲线进展，而支具的成功率也相对较低。此外支具通过肋骨和软组织将矫正力传递到脊柱的能力在这些患者中可能会受到不同程度的降低，在治疗时应该考虑这一因素[12]。Nachemson 等人进行的一项前瞻性多中心研究。几个国家的研究表明，与观察和表面电刺激相比，支具的成功率明显更高[4]。对 20 项研究的汇总分析进一步支持了这一发现，结果表明，在每天 8、16 或 23 小时佩戴支具的成功率逐渐提高。这项研究得出的结论是，每天 23 小时的时间佩戴支具明显比其他任何一种方法都要成功[6]。此外，最近发表的一项综述得出结论，支具治疗 AIS 在长期内是有效的[13]。然而，支具治疗是否可以降低手术风险仍然存在争议[14] [15]。一项使用手术治疗患者数量作为支具失败指标的综述报告的范围从 1% 到 43% 不等[16] [17]。

3. 实施支具治疗方法

支具的构造需要遵循特定的规则，以便提供尽可能好的校正。支具必须与髂骨相匹配，因此矫正区内置的矢状和水平矫正效果最佳。当患者第一次戴上支具时，进行 X 光检查，对于初始 Cobb 角，矫正度至少在 50% 以上。调整期通常是一到两周。最初，青少年每天佩戴支具 2 到 4 小时，支具保持松散，让患者逐渐适应。支具逐渐收紧，直到达到适当的紧缩度。如果出现任何疼痛、不适或皮肤刺激感，就会调整支具。为了跟踪曲线的演变，X 线片应该大约每四到六个月进行一次，不佩戴支具。在拍摄 X 光之前，至少要移除支具 18 小时，可以准确地检测到 Cobb 角是否增加。治疗过程中 Cobb 角增加 6 度或以上就表明支具治疗效果不佳，进展到需要手术治疗则是支具治疗失败。关于支具每天佩戴时长的文章表明，支具每天佩戴的时间越长，效果越好。佩戴支具的时间通常是 20 小时左右，其余的时间是洗澡、游泳、体育和运动。应鼓励患者积极参加体育活动，并在可能的情况下继续佩戴支具。这些活动通常平均每天 2 到 4 小时，以确保每天至少 20 小时佩戴支具。部分研究表明，佩戴支具时长较短可能是有效的，但这些研究在佩戴支具后有仅有短暂的随访，这些报告没有将他们的结果与自然病史或全天佩戴支具进行比较。

Wiley 等人的研究成果。根据配戴方案对支具治疗效果进行分析。患者分为不依从性(<12 h/d)、半天佩戴支具(12~18 h/d)和全天佩戴支具(18~23 h/d)三组。三组的初始曲线相似。每天佩戴支具时间 < 12 h 的患者平均曲度由 41.3° 增加到 56.3°，半天时间佩戴支具的患者从 37.6° 增加到 41.2°。全天患者组的曲度明显改善，最终随访时曲度为 35.7°，而支具配戴时曲度为 39.3°。此外，是否进行手术的机率还取决于佩戴支具的依从性，在依从性差性的患者中为 73%，而在依从性良好的患者中为 9% [18]。

Green [19] 报告说，每天 16 小时的支具可以有效地减缓 Cobb 角的增加。他研究了一组 Cobb 角在 23° 到 49° 之间的不同类型的患者，发现只有 9% 的患者 Cobb 角进展到 5° 或更高。同样，Eans 等人也是如此 [20]，发现在 Cobb 角较小的情况下，短时间佩戴支具和全天佩戴支具同样有效。Allington 和 Bowen [21] 报告说，对于曲 Cobb 角在 30°~40° 之间的威尔明顿支具，全天佩戴支具和非全天佩戴支具的疗效是没有差异的，但观察到 58% 的患者 Cobb 角增加超过 5°。Peltonen 等人 [22]。还注意到每天 12 h 佩戴支具的效果与每天 23 h 佩戴支具的效果相似。

4. 支具治疗和并发症

支具治疗 AIS 可能会存在一些缺陷。支具治疗在青少年心理上很难克服[23] [24]，10 至 16 岁的青少年在几年内每天必须佩戴支具 18 至 23 小时，佩戴支具是明显的，而且佩戴起来舒适性较差[25] [26]。不

按规定时间佩戴支具是最难以解决的问题,从拒绝佩戴支具,到提前停止使用,再到不完全使用支具。依从性差与以下因素有关:对身体形象敏感的青少年无法接受支具的外观;下颌和喉咙接触的不适(特别是密尔沃基支具)或骨盆和腋窝接触支具部分[特别是胸腰骶矫形器(TLSO)支具]。最近的一项研究表明,脊柱侧凸患者只有在支具能显著降低手术风险的情况下才愿意接受支具治疗[25]。虽然一些研究报告称,与 TLSO 相比,密尔沃基支具之间的依从性差异不大,但另一些研究显示,与 TLSO 相比,密尔沃基支具的依从性明显降低[3] [27]。

支具治疗遇到的其他问题包括皮肤刺激,肺活量暂时下降,以及轻微的胸壁和肋骨变形。皮肤刺激是一个常见的问题,在夏季的几个月中,由于热量和汗水的增加,皮肤刺激更常见。为了减少皮肤刺激的发生,建议经常更换棉质内衣,但由于皮肤刺激而停止支具治疗的情况并不常见。接受 TLSO 治疗的患者可能会暂时降低肺活量,治疗过程中会出现轻微的胸壁和肋骨变形。

胸壁和肋骨变形通常发生在胸部可塑性大的年龄进行支具治疗时,肋骨下垂在脊柱侧凸的凸面上,在凸面上施加矫正力。当停止使用支具时,轻度的肋骨畸形通常会消失。然而,如果全天支具治疗在 10 岁左右的时候就开始了,持续几年,胸壁和肋骨变形可能会变成永久性的,可能不会逆转。

5. 支具类型

5.1. 密尔沃基颈胸腰骶支具

密尔沃基支具是一种历史悠久的支具,也被称为 CTLSO,是从骨盆延伸到下颌的完整躯干支具。它最初是由 Blount 和 Schmidt [28] 在 1946 年设计的,用于手术需要长时间固定的术后护理,后来被用于胸弯和双弯。密尔沃基的支具通常是用病人躯干的模具定制的。一根前筋和两根后筋系在由皮革或塑料制成的骨盆腰带上,以及一个颈环。颈环有一个前喉模具和两个后枕垫,它们适合放在病人的头部后侧。侧垫绑在横杆上,这些背带的调整使脊柱保持在一条直线上。密尔沃基支具中治疗的曲线型是峰值在 T8 或以上的胸部曲线型,双胸曲线型,以及上端椎在 T8 以上时的其他双曲线型。

5.2. 波士顿支具——TLSO

正如 FaysSoux 等人所说。如上所述,Je Hall 和 ME Miller 在 1972 年(35)和 Watts 等人开发了波士顿支具系统。1977 年首次报道了其疗效[27]。波士顿支具背部是开放的,通过交替放置靠肋骨的棉垫来矫正脊柱侧凸畸形,棉垫也用于部分旋转矫正。棉垫通常置于支具的后部区域,这样身体就会向前推靠在支具的前面。空间区域设置在衬垫矫正区域的对面,以允许患者通过积极的肌肉力量[20]代替压力衬垫。支具由 15°腰椎前凸组成,增加了骨盆附着力,腰椎和胸腰椎区域的矫正度。支具将躯干从骨盆稳定到肩胛骨周围高度,而波士顿支具不适用于矫正 T6 [5] [17] [18] [20] [27] 以上的高弧度。

成功率

对于 T6 和 L4 之间 20°到 49°的脊柱侧凸,波士顿支具效过明显。支具的第一次 X 射线的目标是至少校正 50%,因此支架中断 2 年后的永久校正可以是相对于初始角度的 15%。经波士顿支具系统治疗,49%的脊柱侧凸 Cobb 角保持不变, ($\pm 5^\circ$), 39%的脊柱侧凸 Cobb 角永久矫正 5°~15°, 4%稳定矫正至少 15°, 4%的患者 Cobb 角增加 5°~15°, 3%进展超过 15°。艾曼斯等人的一项研究。据介绍,波士顿医院治疗的患者中有 11%在佩戴支具期间有手术指征[29]。

5.3. 里昂支具

里昂支具是 Stagnara 等人发明的。1947 年,也被称为 Stagnara 支具,这种支具系统是第一个有前瞻性研究和记录疗效的支具系统。它由一个骨盆部分组成,腋板、胸板和腰板由两根垂直的铝棒连接在一

起，一根在前，一根在后。骨盆段由两个侧瓣组成，每个侧瓣对应于半个骨盆。连接口由金属件连接到垂直铝棒上。力施加在两个中性椎骨上，反力作用在曲线的顶端。通常用于腰椎或下胸腰椎曲度在 30° 至 50° 之间的青少年特发性脊柱侧凸。

成功率

里昂支具的总有效率为 95%。然而，主胸弯的患者下降到 87%，Risser 征为 0 的患者下降到 80%。

5.4. 色努支具

雅克·色努于 1979 年设计了最初的色努支具。许多欧洲国家、以色列和俄罗斯，通常用色努支具治疗青少年特发性脊柱侧凸。然而，在北美和英国，色努支具并不常见。色努支具利用横扫式护垫将身体推向其曲线，并将其推入对侧的空间，通常与 Schroth 理疗方法相结合。Schroth 理论认为，脊柱侧凸畸形可以通过重新训练肌肉来改善，并通过深呼吸疗法使得被挤压的区域获得灵活性和伸展[29] [30]。色努支具可以帮助患者全天进行锻炼。色努支具是不对称的，适用于各种脊柱侧凸曲度较大，骨骼成熟度较大的患者，经常每天使用 20 到 23 小时。色努支具的主要目的是允许横向和纵向旋转和移动[31]。

5.5. 夜间支具和查尔斯顿支具

对于年轻的患者来说，完全遵守支具治疗计划是较为困难的，该计划包括每天穿戴 18 到 23 小时，直到骨骼完全成熟。由此开发了部分时间和夜间治疗，以提高青少年在减少配戴支具的总时间和白天穿戴支具造成的心理困难方面的依从性。

夜间支具对于单侧、可矫正的胸腰椎和腰椎曲度的患者更有效。夜间支具对接受全天佩戴计划不依从患者、其他类型支具失败的青少年以及可能需要部分时间治疗的接近骨骼成熟的患者也很有用[9] [26]。

查尔斯顿弯曲支具的开发理念是，如果支具只在夜间佩戴，那么依从性就会增加。由 Hooper 和 Reed 于 1978 年出版的第一本书描述了这种用于夜间佩戴的新型侧弯支具的早期发展。支具是不对称的，矫正了脊柱侧凸畸形。骨盆模型类似于波士顿支具，其近端延伸高度与波士顿支具大致相同，但查尔斯顿支具将患者的身体弯曲到曲线凸度的一侧，并过度矫正。它适用于骨骼完全成熟前脊柱侧凸可复位 25° 至 35° (41°~43°) 的胸弯或是腰弯的年轻患者。

成功率

Cobb 角在 25° 以上、Risser 征在 0~2 之间的青少年，手术率在 12%~17% (41~43) 之间。在 2002 年的一项研究中，经过短时间的随访，查尔斯顿支具被证明与波士顿支具一样有效[32]。在将夜间矫形器与更传统的支具方法进行比较的文章中[9] [33] [34] [35] [36]，Katz 等人。回顾性推荐在 36 度到 45 度之间的曲度时使用波士顿支具系统，因为它可以防止 57% 的患者曲度超过 6 度，而使用查尔斯顿矫形器的成功率只有 17%。波士顿支具也比查尔斯顿支具更有效地控制了 25 到 35 度的弯曲，阻止了 71% 的患者的进展，而使用查尔斯顿支具的患者中有 53% [18]。Howard 等人，研究还发现，与查尔斯顿支具(41)相比，TLSO 在防止侧凸角度进展方面更具优势。然而，Gepstein 等人发现，使用 TLSO 的手术率为 13.5%，使用查尔斯顿支具的手术率为 11%，两者没有统计学差异[37]。类似地，Janicki 等人认为在初始 Cobb 角在 25 度到 40 度之间的 AIS 患者的可比人群中，普罗维登斯夜间支具在避免手术和防止侧凸角度进展方面比 TLSO 更有效[38]。

5.6. 普罗维登斯支具

普罗维登斯支具系统是由 D'Amato、Griggs 和 McCoy 在 20 世纪 90 年代开发的。支具在曲线的顶端施加直接的、横向的和旋转力，使脊柱向中线移动，甚至超过中线[39]。该支具相比查尔斯顿支具不会过

度矫正,但可预见的效果是通过施加侧向力将脊柱侧弯曲线的顶点带到中线或对侧。力学效应是一个三点式压力系统和位于这些压力点相对位置的空隙区。与青少年脊柱侧弯的自然病史和 Nachemson 等人的前瞻性研究数据进行比较[4]。普罗维登斯支具对畸形小于 35°、T9 [38] [39] [40]以下的畸形患者的曲度进展控制效果较好。

成功率

研究表明,普罗维登斯夜间支具矫正了大约 90%的原始曲度,长期来看,大约 25%的病例存在预计曲度超过 5°的脊柱侧凸进展。对于腰椎和胸腰椎屈曲小于 35°的 AIS 患者[38] [39] [40],可推荐使用普罗维登斯夜间支具。

5.7. 软性支具和 SpineCor 支具

脊柱侧凸矫正系统是由 Coillard 等人开发的。20 世纪 90 年代中期[41]。软性支具是由一条由软塑料制成的骨盆腰带,躯干、大腿和肩膀上缠绕着坚固的橡皮筋,拉动着脊柱的弯曲、旋转。对于 Cobb 角度较小的患者和年轻、顺从的患者,矫正更为重要。SpineCor 支具是一种可调节的、轻便的,提供随着青少年移动和成长而可持续调节的支具。该支具通常每天使用 20 小时,患者每次移除时间不能超过 2 小时。

成功率

2003 年的一项研究报告说,SpineCor 系统能够在 55%的患者中矫正青少年和儿童脊柱侧凸 5°。45%的患者病情稳定或恶化超过 5°(7%)。非开发团队的研究显示出不同的趋势,报告的成功率低于更坚硬的支具类型[41] [42]。根据 Wong 等人的说法[43],在骨性成熟前曲度在 20°~30°之间的患者,45 个月随访时,硬性支具的效果优于 SpineCor 组:31.8%的 SpineCor 组有 5 度或 5 度以上的曲度进展,而硬性支具组为 4.7%。

5.8. 其他保守治疗

保守方法治疗脊柱侧凸的有效性仍然存在争议。其他形式的非手术治疗,如脊椎疗法或骨科疗法、针灸、运动或其他手法治疗,或饮食,尚未被证明在改变脊柱畸形的自然历史方面有效。虽然这是一个有争议的话题,但大多数专家都同意,仅靠物理治疗不会影响结构性脊柱侧凸的进展。然而,专家一致认为,选择性物理治疗与支具治疗相结合是有益的。在中欧,门诊理疗、住院强化康复和支具三者保守的脊柱侧凸治疗中已被证明是有效的[29] [30]。针灸在世界各地被普遍用于减轻疼痛,到目前为止,只发表了一项研究,针灸对脊柱侧凸患者的治疗效果需要进一步研究[44]。电疗的目的是通过植入电极或电极刺激皮肤肌肉收缩,但这项技术未能改变特发性脊柱侧凸的自然病史。脊柱侧凸凸侧的纵向脊椎肌肉受到电刺激,可能会主动矫正曲度。在接受夜间电疗的患者中,超过一半的患者没有观察到任何益处,自然病史和电刺激之间的进展差异也没有显著差异[45]。

6. 结论

青少年特发性脊柱侧凸是一种复杂的、多因素神经肌肉骨骼疾病。支具治疗可有效地预防中度特发性脊柱侧凸患者的侧凸进展、减少患者的手术机率,支具治疗已经作为生长发育期儿童青少年特发性脊柱侧凸的传统的治疗标准。支具治疗是目前唯一被证实能改变特发性脊柱侧凸自然病史的方法,对不同类型的脊柱侧凸存在不同的支具系统。观察或物理锻炼计划适用于 Cobb 角度较小的曲线,支具的适应症是骨骼不成熟青少年超过 25°的曲线。早期临床筛查程序非常重要。支具的构建、调整和随访必须由专业的团队完成。支具一般每天必须佩戴至少 20 小时,支具治疗的治疗依从性直接关系到治疗结果。未来 AIS 支具治疗的研究可以从以下两个方面入手:一是从支具治疗效果本身出发,研究分析支具治疗效果

的影响因素, 更准确地把握支具治疗的时机及方式, 提高治疗效果, 二是将支具治疗同物理锻炼等其他方式结合起来, 如普拉提、施罗斯等物理运动疗法, 从而提高整体治疗的效果。

参考文献

- [1] Asher, M.A. and Burton, D.C. (2006) Adolescent Idiopathic Scoliosis: Natural History and Long-Term Treatment Effects. *Scoliosis*, **1**, 2. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-1-2>
- [2] Fernandez-Feliberti, R., Flynn, J., Ramirez, N., et al. (1995) Effectiveness of TLSO Bracing in the Conservative Treatment of Idiopathic Scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **15**, 176-181. <https://doi.org/10.1097/01241398-199503000-00009>
- [3] Lonstein, J.E. and Winter, R.B. (1994) The Milwaukee Brace for the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. A Review of One Thousand and Twenty Patients. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **76**, 1207-1221. <https://doi.org/10.2106/00004623-199408000-00011>
- [4] Nachemson, A.L. and Peterson, L.E. (1995) Effectiveness of Treatment with a Brace in Girls Who Have Adolescent Idiopathic Scoliosis. A Prospective, Controlled Study Based on Data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **77**, 815-822. <https://doi.org/10.2106/00004623-199506000-00001>
- [5] Olafsson, Y., Saraste, H., Soderlund, V., et al. (1995) Boston Brace in the Treatment of Idiopathic Scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **15**, 524-527. <https://doi.org/10.1097/01241398-199507000-00023>
- [6] Rowe, D.E., Bernstein, S.M., Riddick, M.F., et al. (1997) A Meta-Analysis of the Efficacy of Non-Operative Treatments for Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **79**, 664-674. <https://doi.org/10.2106/00004623-199705000-00005>
- [7] Lonstein, J.E. and Carlson, J.M. (1984) The Prediction of Curve Progression in Untreated Idiopathic Scoliosis during Growth. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **66**, 1061-1071. <https://doi.org/10.2106/00004623-198466070-00013>
- [8] Noonan, K.J., Weinstein, S.L., Jacobson, W.C., et al. (1996) Use of the Milwaukee Brace for Progressive Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **78**, 557-567. <https://doi.org/10.2106/00004623-199604000-00009>
- [9] Katz, D.E., Richards, B.S., Browne, R.H., et al. (1997) A Comparison between the Boston Brace and the Charleston Bending Brace in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, **22**, 1302-1312. <https://doi.org/10.1097/00007632-199706150-00005>
- [10] Landauer, F., Wimmer, C. and Behensky, H. (2003) Estimating the Final Outcome of Brace Treatment for Idiopathic Thoracic Scoliosis at 6-Month Follow-Up. *Pediatric Rehabilitation*, **6**, 201-207. <https://doi.org/10.1080/13638490310001636817>
- [11] Carr, W.A., Moe, J.H., Winter, R.B., et al. (1980) Treatment of Idiopathic Scoliosis in the Milwaukee Brace. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **62**, 599-612. <https://doi.org/10.2106/00004623-198062040-00015>
- [12] O'Neill, P.J., Karol, L.A., Shindle, M.K., et al. (2005) Decreased Orthotic Effectiveness in Overweight Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **87**, 1069-1074. <https://doi.org/10.2106/00004623-200505000-00019>
- [13] Maruyama, T. (2008) Bracing Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review of the Literature of Effective Conservative Treatment Looking for End Results 5 Years after Weaning. *Disability and Rehabilitation*, **30**, 786-791. <https://doi.org/10.1080/09638280801889782>
- [14] Rigo, M., Reiter, C. and Weiss, H.R. (2003) Effect of Conservative Management on the Prevalence of Surgery in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Pediatric Rehabilitation*, **6**, 209-214. <https://doi.org/10.1080/13638490310001642054>
- [15] Weiss, H.R., Weiss, G. and Schaar, H.J. (2003) Incidence of Surgery in Conservatively Treated Patients with Scoliosis. *Pediatric Rehabilitation*, **6**, 111-118. <https://doi.org/10.1080/13638490310001593446>
- [16] Dolan, L.A. and Weinstein, S.L. (2007) Surgical Rates after Observation and Bracing for Adolescent Idiopathic Scoliosis: An Evidence-Based Review. *Spine (Phila Pa 1976)*, **32**, S91-S100. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318134ead9>
- [17] Lange, J.E., Steen, H. and Brox, J.I. (2009) Long-Term Results after Boston Brace Treatment in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Scoliosis*, **4**, 17. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-4-17>
- [18] Wiley, J.W., Thomson, J.D., Mitchell, T.M., et al. (2000) Effectiveness of the Boston Brace in Treatment of Large

- Curves in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, **25**, 2326-2332. <https://doi.org/10.1097/00007632-200009150-00010>
- [19] Green, N.E. (1986) Part-Time Bracing of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **68**, 738-742. <https://doi.org/10.2106/00004623-198668050-00016>
- [20] Emans, J.B., Kaelin, A., Bancel, P., *et al.* (1986) The Boston Bracing System for Idiopathic Scoliosis. Follow-Up Results in 295 Patients. *Spine (Phila Pa 1976)*, **11**, 792-801. <https://doi.org/10.1097/00007632-198610000-00009>
- [21] Allington, N.J. and Bowen, J.R. (1996) Adolescent Idiopathic Scoliosis: Treatment with the Wilmington Brace. A Comparison of Full-Time and Part-Time Use. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **78**, 1056-1062. <https://doi.org/10.2106/00004623-199607000-00010>
- [22] Peltonen, J., Poussa, M. and Ylikoski, M. (1988) Three-Year Results of Bracing in Scoliosis. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, **59**, 487-490. <https://doi.org/10.3109/17453678809148769>
- [23] Matsunaga, S., Hayashi, K., Naruo, T., *et al.* (2005) Psychologic Management of Brace Therapy for Patients with Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, **30**, 547-550. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000154648.53535.52>
- [24] Tones, M., Moss, N. and Polly, D.W. (2006) A Review of Quality of Life and Psychosocial Issues in Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, **31**, 3027-3038. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000249555.87601.fc>
- [25] Bunge, E.M., de Bekker-Grob, E.W., van Biezen, F.C., *et al.* (2010) Patients' Preferences for Scoliosis Brace Treatment: A Discrete Choice Experiment. *Spine (Phila Pa 1976)*, **35**, 57-63. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181bdeaa6>
- [26] Fayssoux, R.S., Cho, R.H. and Herman, M.J. (2010) A History of Bracing for Idiopathic Scoliosis in North America. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **468**, 654-664. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0888-5>
- [27] Watts, H.G., Hall, J.E. and Stanish, W. (1977) The Boston Brace System for the Treatment of Low Thoracic and Lumbar Scoliosis by the Use of a Girdle without Superstructure. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **126**, 87-92. <https://doi.org/10.1097/00003086-197707000-00012>
- [28] Stagnara, P. and de Mauroy, J.C. (1977) Résultats à long terme du traitement orthopédique lyonnais. *Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation*, **2**, 33-36.
- [29] Weiss, H.R. (2003) Rehabilitation of Adolescent Patients with Scoliosis—What Do We Know? A Review of the Literature. *Pediatric Rehabilitation*, **6**, 183-194. <https://doi.org/10.1080/13638490310001636790>
- [30] Weiss, H.R. (2003) Conservative Treatment of Idiopathic Scoliosis with Physical Therapy and Orthoses. *Orthopade*, **32**, 146-156.
- [31] Kotwicki, T. and Cheneau, J. (2008) Biomechanical Action of a Corrective Brace on Thoracic Idiopathic Scoliosis: Cheneau 2000 Orthosis. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, **3**, 146-153. <https://doi.org/10.1080/17483100801905744>
- [32] Howard, A., Wright, J.G. and Hedden, D. (1998) A Comparative Study of TLSO, Charleston, and Milwaukee Braces for Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, **23**, 2404-2411. <https://doi.org/10.1097/00007632-199811150-00009>
- [33] Price, C.T., Scott, D.S., Reed, F.E., *et al.* (1990) Nighttime Bracing for Adolescent Idiopathic Scoliosis with the Charleston Bending Brace. Preliminary Report. *Spine (Phila Pa 1976)*, **15**, 1294-1299. <https://doi.org/10.1097/00007632-199012000-00011>
- [34] Price, C.T., Scott, D.S., Reed, F.R., *et al.* (1997) Nighttime Bracing for Adolescent Idiopathic Scoliosis with the Charleston Bending Brace: Long-Term Follow-Up. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **17**, 703-707. <https://doi.org/10.1097/01241398-199711000-00002>
- [35] Trivedi, J.M. and Thomson, J.D. (2001) Results of Charleston Bracing in Skeletally Immature Patients with Idiopathic Scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **21**, 277-280. <https://doi.org/10.1097/01241398-200105000-00002>
- [36] Yrjönen, T., Ylikoski, M., Schlenzka, D., *et al.* (2006) Effectiveness of the Providence Night Time Bracing in Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Comparative Study of 36 Female Patients. *European Spine Journal*, **15**, 1139-1143. <https://doi.org/10.1007/s00586-005-0049-9>
- [37] Gepstein, R., Leitner, Y., Zohar, E., *et al.* (2002) Effectiveness of the Charleston Bending Brace in the Treatment of Single-Curve Idiopathic Scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **22**, 84-87. <https://doi.org/10.1097/01241398-200201000-00018>
- [38] Janicki, J.A., Poe-Kochert, C., Armstrong, D.G., *et al.* (2007) 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. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **27**, 369-374. <https://doi.org/10.1097/01.bpb.0000271331.71857.9a>
- [39] D'Amato, C.R., Griggs, S. and McCoy, B. (2001) Nighttime Bracing with the Providence Brace in Adolescent Girls with Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, **26**, 2006-2012. <https://doi.org/10.1097/00007632-200109150-00014>

-
- [40] Federico, D.J. and Renshaw, T.S. (1990) Results of Treatment of Idiopathic Scoliosis with the Charleston Bending Orthosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, **15**, 886-887. <https://doi.org/10.1097/00007632-200109150-00014>
- [41] Coillard, C., Leroux, M.A., Zabjek, K.F., *et al.* (2003) SpineCor—A Non-Rigid Brace for the Treatment of Idiopathic Scoliosis: Post-Treatment Results. *European Spine Journal*, **12**, 141-148. <https://doi.org/10.1007/s00586-002-0467-x>
- [42] Coillard, C., Vachon, V., Circo, A.B., *et al.* (2007) Effectiveness of the SpineCor Brace Based on the New Standardized Criteria Proposed by the Scoliosis Research Society for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **27**, 375-379. <https://doi.org/10.1097/01.bpb.0000271330.64234.db>
- [43] Wong, M.S., Cheng, J.C., Lam, T.P., *et al.* (2008) The Effect of Rigid versus Flexible Spinal Orthosis on the Clinical Efficacy and Acceptance of the Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*, **33**, 1360-1365. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31817329d9>
- [44] Weiss, H.R., Bohr, S., Jahnke, A., *et al.* (2008) Acupuncture in the Treatment of Scoliosis—A Single Blind Controlled Pilot Study. *Scoliosis*, **3**, 4. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-3-4>
- [45] Cassella, M.C. and Hall, J.E. (1991) Current Treatment Approaches in the Nonoperative and Operative Management of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Physical Therapy*, **71**, 897-909. <https://doi.org/10.1093/ptj/71.12.897>