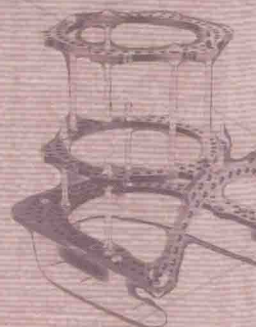
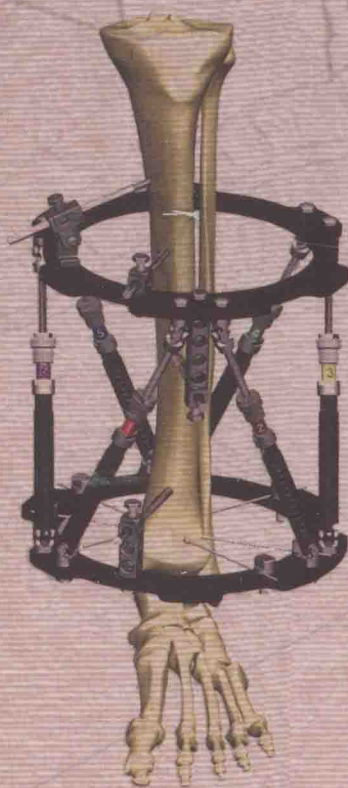


Taylor空间支架 原理与应用

主编 康庆林 柴益民



科学出版社

Taylor 空间支架原理与应用

主审 曾炳芳 张英泽

主编 康庆林 柴益民

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在系统回顾骨外固定与肢体延长历史的基础上,揭示了 Taylor 空间支架的诞生背景和隐藏在该支架背后的技术原理,即 Stewart 平台,并对当前六轴外固定支架的种类和特点做了概要介绍。基于 Paley 总结的矫形外科原则,本书还详细介绍了下肢畸形分解与术前计划、Taylor 支架的机械构造、部件组成、应用特点和 Smith-Nephew 公司开发的在线软件应用步骤及支架的围手术期处理相关事项。在最后的章节中,对 Taylor 空间支架在新鲜骨折、骨折并发症(骨缺损、畸形愈合、骨髓炎)、先天与后天畸形中的应用方法进行了详细的讲解。

本书适合对畸形矫正与 Ilizarov 技术有一定基础的外固定研习者、矫形外科医生、小儿骨科医生及相关专业研究生等阅读。

图书在版编目(CIP)数据

Taylor 空间支架原理与应用 / 康庆林, 柴益民主编. —北京: 科学出版社, 2016.2

ISBN 978-7-03-047348-6

I. T… II. ①康… ②柴… III. 骨疾病—固定术—支架 IV. TH781

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 027974 号

责任编辑: 戚东桂 / 责任校对: 蒋 萍

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016 年 2 月第一次印刷 印张: 12 3/4

字数: 271 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《Taylor 空间支架原理与应用》编写人员

主 审 曾炳芳 张英泽

主 编 康庆林 柴益民

副 主 编 占开喜 谢振军

参 编 者 (按姓氏汉语拼音排序)

柴益民 上海市第六人民医院

陈红浩 上海交通大学医学院

龚子凌 苏州大学医学院

贾亚超 上海交通大学医学院

康庆林 上海市第六人民医院

王亚洲 上海市南汇区中心医院

吴旭华 上海市闵行区中心医院

谢振军 河南省人民医院

徐 佳 上海交通大学医学院

占开喜 浙江省慈溪市第三人民医院

张国川 河北医科大学第三医院

张英泽 河北医科大学第三医院

赵国红 河南省人民医院

编辑助理 吴旭华 陈红浩 贾亚超

主编简介

康庆林 男,1968年3月出生于河北省井陘县。上海市第六人民医院骨科修复重建专业副主任医师,上海交通大学及苏州大学硕士生导师。专业从事肢体延长与畸形矫正。1992年第四军医大学军医系毕业,获医学学士学位;1997年第三军医大学骨科研究生毕业,获医学硕士学位;2004年第二军医大学骨科研究生毕业,获医学博士学位;2004~2007年在上海交通大学临床医学博士后流动站工作。2009年8~10月在俄罗斯库尔干 Ilizarov 科学中心专修肢体延长,2010年9月在美国巴尔的摩 Sinai 医院研修肢体畸形矫正,2012年5~6月在意大利 Lecco 总医院跟随 Catagni 医师学习骨外固定与骨重建技术,2013年1~5月在美国佛罗里达跟随 Paley 医师学习小儿骨科与 Ilizarov 技术。近年来主要应用 Ilizarov 技术、骨延长技术和显微外科技术治疗四肢先天及发育性畸形和创伤后遗症,积累了丰富的经验。主编(译)《四肢骨不连外科学》和《Ilizarov 技术基本原理与应用》两部专著,发表学术论文 100 余篇。



个人网页: orthokang.haodf.com

电子信箱: kangqinglin@hotmail.com



柴益民 男，现任上海市第六人民医院骨科主任，上海市创伤骨科临床医学中心副主任，上海市急性创伤急救中心副主任，修复重建外科主任。主任医师，博士研究生导师，医学博士。现为中华医学会显微外科学分会常务委员、中国康复医学会修复重建外科专业委员会委员、中国医师协会骨科医师分会外固定工作委员会副主任委员；上海市医学会显微外科分会主任委员、上海市修复重建外科专业委员会副主任委员、上海市手外科专业委员会常委。兼任《Annals of Plastic Surgery》、《中华显微外科杂志》、《中国修复重建外科杂志》、《中华解剖与临床杂志》等多家杂志编委。从事创伤骨科、手外科和显微外科的临床与基础研究，对矫形外科和骨外固定技术有很深的造诣，在四肢复杂性骨与关节损伤、骨不连或骨缺损的手术治疗、复杂性断指（肢）再植及组织块离断的再植、手功能重建及肢体复杂组织缺损的显微外科修复方面取得较大成绩。发表论文 70 余篇，主持课题获省级科技进步奖一等奖 1 项，二等奖 2 项（第一完成人），三等奖 1 项，上海市医学科技奖三等奖 1 项。先后获得“全国卫生系统青年岗位能手”及“全国卫生系统先进工作者”等荣誉称号。

电子信箱：chaiyimin@vip.163.com

副主编简介

占开喜 男，副主任医师，现任浙江省慈溪市第三人民医院骨科主任。1973年11月出生于江西省九江市，1996年7月毕业于江西九江医学院。专业特长为创伤骨科和脊柱外科。对四肢开放性骨折的处理有丰富的经验，并积极从事外固定器械研发，擅长胸腰椎骨折、脱位合并截瘫的减压、复位和内固定治疗。完成市局级课题研究3项，发表论文10余篇，获专利3项，获慈溪市科技进步奖二等奖和三等奖各1项。

电子信箱：752744379@qq.com



谢振军 男，主任医师，现任河南省人民医院手外科主任。1965年5月出生于河南省郸城县，1987年7月毕业于河南医科大学。学术兼职：中华医学会显微外科学分会委员，中华医学会手外科学分会委员。兼任《中华显微外科杂志》、《中华手外科杂志》、《实用手外科杂志》等编委。长期从事显微外科、骨科和矫形外固定的临床工作，发表论文10余篇，承担省级课题1项，获市级科技进步奖2项。

电子信箱：xzj65@126.com



序 一

从希波克拉底时代算起，外固定器的应用历史已经超过了两千年，只有到 Gavriil A. Ilizarov 发现并验证了牵张成骨技术之后，外固定支架才成为肢体畸形矫正和缺损修复的重要手段。Ilizarov 技术不仅丰富了骨外固定技术的内涵，而且极大地拓展了外固定技术在骨科领域的应用范围，提高了骨折和相关临床问题的治疗效果，是 20 世纪骨科发展的重要成果之一。

传统的 Ilizarov 支架在应用中尚存在诸多问题，包括其稳定性尚需加强、单位时间内只能矫正单平面畸形、患者术后依从性不好等。随着计算机科学在矫形外科中的应用，新型的外固定支架应运而生。20 世纪 80 年代以后，基于 Stewart-Gough 平台的系列六轴骨外固定器被成功研发，Taylor 空间支架就是其中的典型代表。

Taylor 空间支架是在 Ilizarov 支架的基础上发展起来的，两者所遵循的矫形原则彼此相同，围手术期的处理也是一致的，所应用的配件也有很强的通配性。不过，它们的机械构造和矫正机制各不相同，Taylor 支架通过六根撑杆的协同联动实现多平面畸形的同步矫正，而 Ilizarov 支架则通过一根或一侧螺杆的变换只能达到单平面畸形矫正。研究证实，Taylor 空间支架的结构稳定性比 Ilizarov 支架强，借助虚拟铰链可以在一个时段内同步完成三维 6 个自由度的畸形矫正，配套的计算机软件系统的应用界面清晰明了，患者在术后可以获得一张调整的处方表，极大地提高了其依从性。有鉴于此，Taylor 支架成为当今矫形外科领域中最有前景的一种外固定器。

上海市第六人民医院骨科是上海市创伤骨科临床医学中心所在地，20 世纪 80 年代就开始研究和应用外固定支架处理骨折及其相关并发症，很有造就。修复重建外科作为临床医学中心的重要亚学科之一，担负着处理各种创伤后遗症的重任，近年来应用骨外固定和肢体重建技术进行创伤后遗症患者治疗、先

天性与继发的畸形矫治，积累了丰富的经验，在矫形外科领域开辟了新的天地。在此基础上，修复重建外科申办了“肢体延长与畸形矫正”的国家级继续教育学习班，每年举办一期，同时编译出版了介绍 Ilizarov 技术的经典专著《Ilizarov 技术基本原理与应用》，积极为普及和推广外固定技术而努力，获得了国内外同行的赞誉。现在，修复重建外科的同仁们一起利用业余时间，结合自己的临床经验和国外资料，编撰了《Taylor 空间支架原理与应用》一书，旨在将目前欧美国家矫形外科中心所应用的重要工具——Taylor 空间支架介绍给国内同行，希望给国内的患者带来福音。本书不仅回顾了外固定与肢体延长的发展历史，还从畸形矫正的基本原则开始，深入浅出，完整地讲解了 Taylor 支架的技术原理、构件工艺和临床应用，无疑将唤起中国骨科同道对外固定器应用的兴趣。在软件应用的相关章节，本书采用断面截图和文字配合的方式，详细阐述各应用步骤，使读者能够充分理解、进而迅速掌握其应用。这是一项有益的工作，我欣然为之作序。

他山之石，可以攻玉。我们不仅要引进和应用新技术、新器械，为解决临床医疗提供新的工具和手段，更重要的是理解其设计原理和应用原则，在临床实践中融会贯通，通过总结和推敲，提出自己的见解，形成自己的风格，争取能有所发现有所创造，提高临床治疗效果。我相信本书的出版能够抛砖引玉，迎来我国肢体重建外科蓬勃发展的新局面。

屠如芳

上海市创伤骨科临床医学中心顾问

2015 年 10 月 于上海

序 二

外固定技术迄今已经有上千年的历史。但其真正用于骨折治疗在 1853 年，始于法国医生 Malgaigne，距今不过 162 年的历史。回顾外固定的发展历程就会发现，外固定技术的诞生与进步折射着骨科医生的智慧，反映了人类战胜疾病的信心和动力。

现代骨外固定技术的器械、理念和应用范围与希波克拉底时代完全不同，应用外固定器械不仅可以固定骨折、控制损伤，还用于肢体延长和畸形矫正，使古老的矫形外科（orthopedics）一词得以完美诠释。外固定技术在应用于创伤救治领域中时，不仅可以作为临时固定进行损伤控制，也能作为骨折的终极固定，对中国患者而言，这一点非常重要，可以减轻患者和医保的经济负担。

在当今创伤骨科领域中，AO 所倡导的内固定理念、技术和相关产品一直是治疗的金标准，但是必须承认，内固定在开放性损伤、创伤后遗症等复杂问题的治疗中具有明显的局限性。相比而言，外固定则不仅可以用以简单骨折的固定，更擅长处置开放性损伤，特别是在治疗创伤后后遗症方面，很多时候外固定可能是唯一的手段。因此，对任何骨科医生而言，学习和掌握外固定技术很有必要。

苏联的 G.A. Ilizarov 医生所发现的牵张成骨理论是现代骨科领域的一场革命，使骨科医生对外固定技术的认识突破了传统思维，造福更多病患。我们非常欣喜地看到，中国的外固定应用在沉寂多年之后，近年来在新一代矫形外科同道们的努力下又焕发了青春，体现出骨外固定和骨重建技术具有鲜活的生命力。

外固定器械和理念都在不断地发展中，Taylor 空间支架是近年来外固定家族中涌现的新秀，是计算机科学、机器人与数字骨科学的最新结合成果。该器械的主要特点是，在计算机软件的辅助下，调整两环之间的六根撑杆长度即

可任意改变支架构型，从而达到矫正两端骨干的对合关系的目的。与常规的 Ilizarov 支架相比，Taylor 支架可以一次矫正多平面畸形，术后患者也很容易掌握调整办法，避免了错误发生，这是医患关系和谐的重要保证。该支架既可以用于骨折的复位固定，又可以用于肢体畸形矫正和骨延长的实施。因此，积极推广 Taylor 空间支架的应用对发展我国矫形外科和创伤骨科专业具有深远的意义。

上海市第六人民医院骨科是我国显微外科和创伤骨科的摇篮，早在 20 世纪 80 年代就开始研发与推广外固定支架在创伤骨科中的应用，拥有优良的传统和深厚的底蕴，近年来，他们积极利用骨外固定技术进行肢体重建、畸形矫正，并在创伤后遗症的治疗中取得了丰富的经验。早在 5 年前，该科康庆林医生及其团队就率先在国内编译出版了《Ilizarov 技术基本原理与应用》一书，我将这本书作为在科研临床教学中的一本必备参考书，放在案头，抽暇阅读，每每都有新的收获。在此基础上，他们审时度势、高瞻远瞩，又积极引进和推广 Taylor 空间支架，并力邀国内同行专家们群策群力，为全国的骨科医师们编写了《Taylor 空间支架原理与应用》一书。

欣闻其新作付梓在即，有幸首睹版前书稿。书稿不仅全面阐述 Taylor 空间支架的技术原理和应用方法，而且对骨外固定和肢体延长的历史进行了回顾，顺应了现代医学模式中注重人文的发展模式，全文行笔流畅、浅显易懂。与常规的教课书不同之处是，本书采用了大量的图片来佐证和演示外固定的原理和技术，有助于读者深入理解。我相信，本书的出版不仅填补了我国在该领域的空白，还有助于培养年轻医生从事肢体重建专业的兴趣。

是为序。

张英泽

河北医科大学第三医院院长

2015 年 10 月 8 日

前言

尽管现代骨科的含义衍生于矫形外科（orthopaedics），但在骨科现有的各个亚专业中，矫形外科所面临的未知数最多，推广和应用的范围最小。而由于创伤、炎症、肿瘤及先天原因，肢体短缩、畸形和功能缺失的发病率在当下中国仍居高不下，成为骨科医生面临的难题。所幸中国骨科医生中的有志之士们慧眼识珠，愈来愈多的同道们愿意把兴趣投入到这一古老而彰显智慧的专业中。毋庸置疑，与其他专业相比，肢体延长与畸形矫正这一学科需要医生投入更多的精力、思考和耐心，因为大多数矫形手术不能一蹴而就，而是借助外固定器的帮助在漫长的周期中获得肢体轴线和长度的恢复，同时，病患的合作与理解对矫形的效果也至关重要。因此，谙熟矫形外科原则、掌握外固定器的应用以及和谐的医患沟通就成为手术成功的三要素。

外固定器的种类和构型繁多，据统计，全世界现存外固定器总计逾千种，并且数量仍在不断增长中。细究这些外固定器即可发现，无论采用什么构型，大多数在实施肢体延长或矫正过程中，渐变的动力和矫形的方式都很直观，即通过改变器械中某一个部件的几何量度而推动外固定器中两个模块之间关系改变，从而达到治疗目的。尽管这种方式对患者和医生而言相对容易理解，但是，鉴于此类支架本身机械构造的局限性，在应用中仍存在以下缺陷：一是只能在一个矫正周期内解决单平面的畸形，对复合畸形矫正费时费力，必须重置铰链或支架；二是术后患者自行调整时难以精确掌握矫形的幅度和时限，容易发生错误；三是矫形的两个相对模块之间的立体关系变换幅度有限，当畸形分解的矫正中心（CORA）偏离骨干之外时，常规的外固定器无法精准矫正。

基于 Stewart-Gough 平台的六轴骨外固定器的问世是矫形外科领域的一次革命性改变，此类器械的构型和机械原理突破了传统的思维，通过六根可旋转

和调节长度的撑杆连接两个模块，改变任何一个撑杆的长度都会造成两个模块之间相对的方位改变。在这些六轴外固定器中，由美国田纳西州 Memphis 城的 Taylor 兄弟研发的 Taylor 空间支架（Taylor Spatial Frame, TSF）因为结构巧妙、专配的软件系统亲和力好，并得到了 Smith-Nephew 公司的大力支持，成为此类产品的杰出代表。

TSF 彻底颠覆了传统支架的矫形理念，借助计算机在线软件的支持，通过协同调整六根撑杆的长度变化，使两个模块之间的相对位置能够逐渐矫正到理想的程度，实现矫正和（或）延长肢体的目的。其优势主要体现在以下几方面：一是 TSF 能够在一个矫正周期内同步矫正三维畸形和长度改变，避免了传统支架在矫正多平面畸形时需要多次调整结构的繁琐性；二是 TSF 的六根撑杆不仅有明确的序号，而且刻度标示清晰，并给患者提供详细的撑杆调整处方表，术后患者的依从性好，有效防止了错误发生；三是 TSF 在畸形测量和分析之后，根据 CORA 位置可以在软件帮助下生成虚拟的空间铰链，而不需要在支架之外另外附加配件，支架的整体稳定性不受影响；四是 TSF 除了传统撑杆之外尚配有快装杆，使 TSF 能够用于新鲜骨折的快速复位固定，适合急性群体性事件的处理。此外，尚有生物力学研究发现，TSF 与等径的 Ilizarov 环形支架相比，其垂直抗压、三点折弯和抗扭转性能均显著优于后者。

正是基于以上优势，TSF 现已成为欧美发达国家大多数矫形外科医生临床首选的外固定器械，广泛应用于创伤骨科、矫形重建外科和小儿骨科等领域中。我国由于科技、经济、文化及贸易等原因限制，对六轴外固定器械的研发与应用尚处于起步阶段，市面上缺乏相应的专业书和音像资料，广大矫形外科医生迫切需要一部系统论述 TSF 的专业书，用以学习和应用。有鉴于此，我们参考国内外资料并结合自己的临床经验编撰了本书，以飨读者。

必须明确，TSF 虽然机械原理与传统支架不同，但遵循的矫形外科原理是一致的，相应的围手术期处理原则也是相同的，而支架相关的并发症和注意事项也并无二致，术中操作方式也与传统外固定支架雷同。因而对初学者而言，不应在思维上把 TSF 和传统支架区别对待，两者只是矫形外科临床中的不同工具而已，熟悉 Ilizarov 技术的基本原理和应用正是快速掌握 TSF 的基础。

本书共分五章，内容涵盖骨外固定与肢体延长的历史、TSF 的诞生背景、矫形的基本原则、TSF 构成部件和在线软件的应用详解以及 TSF 矫正各种创伤并发症和畸形的具体方法等。希望读者能阅读历史温故而知新，激发对外固定技术应用的兴趣，通过学习 Paley 矫形外科原则能深刻领会虚拟铰链这一概念，进而为学会 TSF 应用铺平道路。本书的内容起点比较高，适合对矫形外科技术有一定了解的专业医师和相关器械研发人员阅读。

本书是国内第一部系统介绍 TSF 的诞生背景、数学原理、矫正模式、机械构造和配套在线软件应用等的专著。除了 TSF 之外，目前市面上存在的六轴外固定器还有多种，尽管这些外固定器之间存在发明人、产地、材质、零件构造等方面的不同，但其背后所依托的数学原理都是 Stewart-Gought 平台，TSF 只是这些外固定器中的典型代表。随着时间推移，我们相信将会有更多更先进的六轴外固定器问世，因此，谙熟 TSF 的技术原理将有助于矫形外科医生快速学习其他的六轴外固定器应用。

本书是作者利用业余时间编写的，尽管竭尽心力，限于知识水平和写作能力，难免出现错误和疏漏，希望读者朋友们批评指正，以便在再版时更正。

康庆林 柴益民

2015 年 11 月 18 日 于上海

目 录

序一

序二

前言

第一章 骨外固定与肢体延长的发展与现状	(1)
第一节 外固定技术发展简史	(1)
一、外固定器的诞生	(1)
二、外固定技术的兴起	(4)
三、现代骨外固定理念的形成	(8)
第二节 肢体延长的发展简史	(11)
一、肢体延长的起源	(11)
二、肢体延长的生物学原则	(13)
三、肢体延长的兴起	(16)
四、现代肢体延长原则的形成	(18)
第三节 六轴骨外固定器械的研发	(20)
一、六轴骨外固定器的数学原理	(20)
二、Stewart 平台在矫形外科中的应用	(22)
第二章 下肢畸形测量与矫正原则	(32)
第一节 下肢骨关节的平面解剖测量	(32)
一、机械轴和解剖轴	(33)
二、关节走行方向角	(37)
第二节 畸形术前测量与矫正计划	(41)
一、机械轴偏移及对线异常试验	(42)
二、成角旋转中心与术前计划	(44)
第三节 畸形矫正原则	(49)
一、ACA 与截骨术均在 CORA 处	(49)
二、ACA 位于 CORA 平面, 而截骨不在此平面	(51)
三、ACA 与截骨术均不在 CORA 处	(53)

第四节 TSF 术前计划中的基本概念	(57)
一、原发点与对应点	(57)
二、视觉同源	(58)
第五节 截骨方法选择	(60)
一、骨刀直接截骨	(60)
二、线锯截骨	(61)
三、预钻孔骨刀截骨	(64)
四、排孔折断	(64)
第三章 TSF 的构造与在线软件应用	(69)
第一节 TSF 的器械构成	(69)
一、空间环	(69)
二、撑杆	(71)
三、其他配件	(74)
第二节 TSF 的技术要求	(75)
一、畸形测量的基本要求	(75)
二、TSF 安装的技术要点	(76)
三、测量参数和概念	(79)
第三节 畸形矫正模式	(80)
一、新鲜骨折复位	(80)
二、全残存畸形矫正	(81)
三、陈旧性畸形矫正	(83)
第四节 TSF 的矫正程序	(87)
一、生成新病例	(87)
二、畸形参数	(88)
三、支架参数	(92)
四、安装参数	(93)
五、撑杆长度	(98)
六、矫正时限与风险结构	(100)
七、生成矫正处方	(102)
第五节 TSF 术前计划	(104)
一、原发点所在平面的概念	(104)
二、CORAgin 与 CORAsponding	(105)
三、几何分析和三角函数法	(108)
四、虚拟铰链法	(111)

五、最短垂线法	(111)
第四章 TSF 的安装与应用	(116)
第一节 术前准备与查体	(116)
一、查体与摄片	(116)
二、畸形测量	(117)
三、设定截骨计划	(120)
第二节 手术操作	(122)
一、安装近侧环	(123)
二、安装远侧环	(125)
三、安装足部环	(126)
四、截骨	(127)
第三节 术后管理	(128)
一、术后常规处置	(128)
二、拍片并测量安装参数	(129)
三、生成矫正处方	(132)
四、支架调整	(135)
五、功能锻炼	(138)
六、拆除支架	(138)
第四节 TSF 应用的相关问题	(139)
一、TSF 的优势和适应证	(139)
二、禁忌证	(140)
三、手术操作	(140)
第五节 TSF 的结构稳定性和精度	(140)
第五章 TSF 的临床应用	(145)
第一节 TSF 治疗四肢创伤与并发症	(145)
一、新鲜骨折	(145)
二、骨折并发症	(148)
第二节 TSF 矫正四肢畸形	(153)
一、畸形矫正的通用原则	(153)
二、胫骨近端内翻畸形	(155)
三、膝内翻伴有腓骨头上移	(161)
四、矫正膝关节挛缩	(162)
第三节 足踝畸形矫正	(164)
一、足部畸形矫正的特点	(164)