

· 一切为了人民健康——我们这十年 ·
· 述 评 ·

肢体畸形矫正理念的进化

中国残疾人康复协会肢体残疾康复专业委员会主任委员 孙 磊

(中国融通医疗健康泰安八十八医院骨科, 山东泰安 271000)

摘要: 各种涉及肢体的疾病或创伤都有可能导致患者肢体畸形致残。以往只重视肢体畸形的矫正和功能代偿, 费用高, 效果差。近十年来, 肢体畸形矫正的总体概念不断更新, 更加强调原发性疾病和损伤的正确治疗及康复, 预防畸形发生; 此外, 对肢体畸形应早期发现, 早期干预; 在矫正肢体力线的基础上, 重获关节活动度, 重建韧带稳定性和肌肉平衡; 各种手术矫正与患者积极参与康复相结合。本文评述了下肢畸形的原因、评估、矫正原则和治疗方案选择, 并简要介绍了中国残疾人康复协会肢体残疾康复专业委员会近十年来的工作。

关键词: 肢体畸形, 矫正, 松解术, 截骨术, Ilizarov 技术, 康复

中图分类号: R68 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 20-1825-05

Evolution in the concept of limb deformity correction // SUN Lei. Department of Orthopedics, Tai'an 88th Hospital, China Rongtong Healthcare Group, Tai'an 271000, China

Abstract: All kinds of diseases or injury involving the extremity might lead to its deformity with disability of the patient. In the past, more attention was paid to the correction and functional compensation of the limb deformity only, which cost a lot and had a poor effect. In the past decade, the general notion of limb deformity correction has been constantly updated, with more emphasis on the correct treatment and rehabilitation of primary disorder and injuries to prevent deformity early. In addition, the idea has been put up, including the early detection of malformations and early intervention, regaining the joint stability and range of motion, as well as reconstruction of ligamentous stability and muscle balance on the basis of restoring the normal alignment of the limb, and the combination of various surgical corrections with patients' active participation in rehabilitation. This paper reviews the causes, evaluation, correction principles and treatment options of lower limb deformities, and gives a brief introduction of the works of the Orthopaedics and Rehabilitation Committee for Physical Disability, China Association of Rehabilitation of Disabled Persons in the past ten years.

Key words: limb deformity, correction, release, osteotomy, Ilizarov technique, rehabilitation

在高等生物中, 人是唯一直立双足行走的。要达成直立双足行走的功能, 要求下肢力线正常, 关节面高度匹配, 关节活动度良好, 韧带结构完整, 肌肉力量强大, 神经调控精准。四肢具有稳定性和灵活性双重特征, 是完美的“机械臂”。各种外伤和疾病可能引发肢体形态异常, 还会导致继发性畸形和退行性改变。以往对肢体畸形所致残疾多注重畸形发生后的矫正与功能补偿, 花费大、效果差。随着社会进步, 肢体畸形矫治理念不断更新, 更强调正确处理原发伤病, 早期发现畸形, 早期处理; 以恢复肢体正常力线为基础, 重获关节稳定性和活动度, 重建韧带和肌力平衡; 多种矫治手段相结合, 突出患者主动参与康

复的作用。

1 畸形的原因

1.1 先天性畸形

先天性畸形往往一出生即被发现或者虽未被发现但已经存在, 随着机体的生长发育逐渐显现。由于先天性畸形的变异很大, 涉及的组织结构复杂, 一种畸形常常涉及到多种组织损害, Swanson^[1]将肢体先天性畸形分为7类, 包括: (1) 肢体形成障碍; (2) 肢体分化障碍; (3) 肢体重复畸形; (4) 生长过度; (5) 生长不足; (6) 先天束带综合征; (7) 广泛性骨异常。

1.2 获得性畸形

出生后因素引发的下肢畸形,可由明显外伤等所造成的急性畸形,也可以是骨关节或软组织的损伤或病损所引发的缓慢发生的畸形。主要病因:(1)创伤,包括骨折畸形愈合,儿童骨骺损伤后,肢体发育畸形,关节损伤后继发畸形,骨与关节损伤并发症所导致的畸形,如关节挛缩、筋膜室综合征后的肌挛缩、骨化性肌炎等。此外,大面积烧伤所致的广泛软组织瘢痕挛缩是造成肢体重度畸形的重要原因;(2)感染,化脓性骨髓炎造成骨破坏与骨缺失引发的畸形,化脓性关节炎造成的关节挛缩与骨骺破坏所致的畸形;(3)肿瘤,骨与软组织肿瘤因骨破坏或软组织侵蚀,也可发生骨关节畸形;(4)神经系统损害,神经系统损害会引起肌肉麻痹或痉挛,导致肌力不平衡,引发畸形。神经系统退行性疾病亦可引发下肢畸形。此外,感觉神经损害可引发 Charcot 关节,也会导致下肢骨关节畸形;(5)炎性关节炎;(6)代谢性骨病、佝偻病、氟骨症、痛风、大骨节病等后天性代谢骨病可引发不同程度的下肢骨关节畸形;(7)血友病,血友病性关节炎或肢体软组织内出血亦可造成下肢畸形;(8)骨关节退行性变。

2 畸形的演化

肢体畸形多有一个慢性演化的过程,最初的病变累及组织结构较单一,畸形较轻,也较易矫正。但是,如未得到及时处理,随时间推移局部或邻近其他组织发生代偿性改变,由简单柔软性畸形演变为复杂僵硬性畸形,出现关节早期退变^[2,3]。如腓后侧烧伤导致膝关节屈曲畸形,早期主要是皮肤瘢痕挛缩;如处理不及时,会出现膝后侧肌肉、韧带、血管、神经以及关节囊挛缩,而膝前侧肌肉肌腱拉长;因关节活动减少,关节软骨退变,关节内纤维组织增生,最终出现骨性畸形和骨性强直;长时间膝关节屈曲挛缩引发代偿性髌屈曲和足下垂畸形。肢体产生运动,也必须在运动中维护其正常功能。30年前受技术与理念所限,肢体骨折开放复位内固定术后,仍需长时间石膏等外固定,术后常出现膝关节伸直位挛缩和足下垂畸形^[4,5]。随着内固定材料与技术的进步,特别是围手术期加速康复应用,此类并发症已罕见。因此,正确处理原发病,是防残、减残的关键。

3 下肢畸形的检查评估

3.1 病史与查体

病史调查有助判断畸形的原因,而物理检查是评估下肢畸形简捷直观的方法,以确定原发和继发畸形的部位、性质、程度。按望、触、动、量、特殊试验及神经血管检查的步骤进行,以避免遗漏。此外,要特别重视局部血运、是否存在感染灶,还要评估全身情况,包括糖尿病病史、激素使用史、吸烟史、非激素类抗炎药物使用史及社会、职业、精神类型等。

3.2 影像学评估

下肢力线的测量对疾病的诊断、治疗、预后判断、康复有极其重要的意义,特别是下肢畸形矫正术前计划的制定尤其重要^[6-8]。整个下肢额状面机械轴的评估采用站立位下肢全长正位X线片。

机械轴偏离(mechanical axis deviation, MAD)是指髌关节与踝关节中心点连线距膝关节中心的距离。正常下肢机械轴通过膝关节中心内侧1~15 mm。MAD超过膝中点内侧15 mm为膝内翻,MAD向外偏为膝外翻。

解剖轴:正、侧位X线片沿着骨纵向通过骨干不同水平面直径中心的线。在正常的股骨额状面,胫骨额状与矢状面,解剖轴是单一的直线。而在骨性成角畸形,成角顶点两端骨段可由通过其骨干直径中心的直线分别定义出各自的解剖轴。对于多顶点畸形或复合畸形骨,在同一平面上可能会有多段解剖轴。

机械轴:股骨和胫骨的机械轴是通过近端和远端的关节中心直线。整个下肢的机械轴是股骨头中心至踝关节中心的连线。

关节方向角:关节方向角是指关节面切线分别与其长骨解剖轴和机械轴的夹角。股骨远端关节面切线与胫骨近端关节面切线之间的角称为关节线匹配角(joint line congruence angle, JLCA),通常为向内侧 0° ~ 2° ,即轻微膝关节内翻位,若为向外侧的JLCA则表示韧带性膝外翻,而内翻 $>2^{\circ}$ 的JLCA则表示韧带性膝内翻。关节方向角的构成及标准命名见表1。

角旋转中心:畸形骨的近端轴线与远端轴线的交点称为角旋转中心(center of rotation of angulation, CORA),它是矫正畸形的旋转点。解剖轴或机械轴都可能用于确定CORA,对于骨干畸形采用解剖轴最为方便,对于干骺端或骨骺部位的关节旁畸形,按机械轴确定CORA。

4 畸形分类与治疗选择

按复杂程度分为:(1)简单畸形,主要由单一病变导致,或畸形发生的较早期,如跟腱挛缩导致的足

下垂畸形，骨折后成角畸形等；(2) 复杂畸形，病变累及多种组织结构；(3) 复合畸形，原发畸形与继发性畸形并存。

表 1 下肢关节方向角的命名 (°) 及构成与正常值

平面与命名	角的构成	均值	正常值范围
股骨冠状面			
内侧股骨近端解剖角 (anatomic medial proximal femoral angle, aMPFA)	解剖轴-转子尖与股骨头中心连线	84	80~89
外侧股骨近端机械角 (mechanical lateral proximal femoral angle, mL PFA)	机械轴-转子尖与股骨头中心连线	90	85~95
颈干角 (neck shaft angle, NSA)	解剖轴-股骨头颈轴线	130	124~136
外侧股骨远端解剖角 (anatomic lateral distal femoral angle, aLDFA)	解剖轴-股骨远端关节方向线	81	79~83
外侧股骨远端机械角 (mechanical lateral distal femoral angle, mL DFA)	机械轴-股骨远端关节方向线	88	85~90
股骨矢状面			
后侧股骨远端解剖角 (anatomic posterior distal femoral angle, aPDFA)	骨干中线-矢状面股骨远端关节方向线	83	79~87
胫骨冠状面			
内侧胫骨近端机械角 (mechanical medial proximal tibial angle, mMPTA)	机械轴-胫骨近端关节方向线	87	85~90
外侧胫骨远端机械角 (mechanical lateral distal tibial angle, mLDTA)	机械轴-胫骨远端关节方向线	89	88~92
胫骨矢状面			
后侧胫骨近端解剖角 (anatomic posterior proximal tibial angle, aPPTA)	骨干中线-矢状面胫骨近端关节方向线	81	77~84
前侧胫骨远端解剖角 (anatomic anterior distal tibial angle, aADTA)	骨干中线-矢状面胫骨远端关节方向线	80	78~82

按主要累及部位及结构分为 4 类：(1) 软组织挛缩，主要表现为关节活动受限，或伴关节中立位异常。按其僵硬程度可分为：柔软畸形，手法施加矫正力可部分或大部分矫正；半僵硬畸形，手法施加矫正力只能稍微矫正；僵硬畸形，手法施加矫正力无任何矫正效果；(2) 肌力不平衡畸形，如小儿麻痹和脑瘫等神经系统疾病导致的畸形，主要表现为关节活动与其中立位异常，后期可伴有软组织挛缩与骨性畸形；(3) 原发于关节外的骨性畸形，关节结构保留或部分保留；(4) 原发于关节内的畸形，关节结构破坏或关节畸形位融合。

下肢畸形治疗原则：(1) 正确处理原发病，早期干预，防止畸形进展；(2) 首先要矫正下肢力线，在此基础上，方可进行稳定关节、恢复关节活动度，以及重建肌力平衡的手术干预，不可颠倒矫正顺序；(3) 多种矫治手段相结合，手法、支具、手术和康复

相结合，特别注意教会患者主动功能锻炼方法，并监督患者完成主动康复锻炼，没有患者的主动康复锻炼配合，就不可能取得满意的矫正效果。

治疗需依据对患者畸形检查评估与分类确定，方法有如下选择：

(1) 软组织挛缩为主要的柔软畸形：可采用手法矫正、功能锻炼和支具治疗^[9, 10]。带有螺旋撑开杆 (turnbuckle) 支具可逐步矫正畸形，如肘关节屈曲畸形、足下垂畸形、膝屈曲畸形等^[11, 12]。固定性支具可维持关节中立位，稳定关节，补偿患肢功能。

(2) 软组织挛缩为主要的半僵硬畸形：主要采用软组织松解术，包括肌腱延长术、关节囊切开或剥离术、皮肤“Z”成形术等^[13-15]。松解后术中应达到正常关节活动度，至少能恢复关节中立位。术后采用石膏或支具固定于中立位，早期进行功能锻炼。随着微创技术的发展，小切口或内镜下松解术已逐步替代传

统开放手术,更有利于患者术后康复^[16, 17]。

(3) 软组织挛缩为主要的僵硬畸形:应依据畸形程度,采用有限软组织松解结合 Ilizarov 技术,逐步矫正,避免术中一次性矫正造成血管、神经损伤和皮肤坏死,强行松解一次性矫正可能会导致更严重的不良后果^[18-20]。

(4) 单纯关节外成角骨性畸形:包括骨干和近关节 $<30^\circ$ 的成角畸形,采用截骨内固定术矫正。截骨部位一般选择在 CORA,可依据具体情况选择楔形张开或闭合截骨,或杵臼状截骨。截骨后必须一次性精准恢复正常股骨或胫骨的机械轴(或解剖轴)对线对位关系,并保持关节方向角在正常范围内;用足够保证早期稳定的钢板或髓内钉内固定^[21-24]。

(5) 伴有关节损毁的畸形:在控制感染的前提下,若骨干畸形,行 CORA 截骨、加长柄全关节置换;近关节畸形行全关节置换,并调整恢复机械轴,重建韧带平衡^[25-27]。如有感染,且软组织严重挛缩,清创后,功能位融合^[28]。

(6) 复杂畸形:对骨关节和软组织僵硬的复杂畸形,涉及骨成角、旋转、短缩等复杂问题,一次性矫正难度大,易发生并发症,一般采用 Ilizarov 技术^[29, 30]。

(7) 复合畸形:对于原发畸形合并固定性继发畸形,应依据患者具体情况,一次或分次手术矫正相应的畸形。

5 Ilizarov 技术

在过去的30年里,Ilizarov 技术即牵张组织生长(distractio histogenesis, DH)技术已被广泛接受并应用于骨科和创伤科,此技术利用外固定架施加三维矫正力,并利用时间这一特殊维度,缓慢矫正骨和软组织的各类畸形^[31]。在 DH 过程中应力调控许多基因,包括信号转导分子、骨形成蛋白、炎症和血管生成因子。还能触发全身反应,如间充质干细胞(mesenchymal stem cells, MSCs)和内皮祖细胞(endothelial progenitor cells, EPCs)的募集,在骨再生和重塑中起着重要作用。Ilizarov 技术唤醒和促进人体的自我再生潜力,并带来许多新的治疗策略。Ilizarov 技术的临床应用现已扩展到软组织修复障碍、血管疾病和其他疾病的治疗,还有更多新的生物学机制有待进一步研究^[32]。

在下肢畸形矫正的应用中,依据畸形具体情况,术前构建外固定架形态,配齐各种附件。术中于 CO-

RA 部位小切口微创截骨,必要时结合有限软组织松解,套入外固定架,于对应下肢部分置入骨针,安装外固定架。术后以 1 mm/d 的速度施加矫正力,逐步矫正畸形。Ilizarov 技术具有许多优点,可同时矫正多平面、多部位畸形,适用于局部软组织条件差,有感染风险情况,特别是伴有骨缺损或骨短缩畸形者。

6 中国残疾人康复协会肢体残疾康复专业委员会这十年工作

从上世纪五、六十年代走过来的人们至今对“小儿麻痹”肆虐中国的情形仍记忆犹新,我国残疾人康复事业的起步就是从包括儿麻后遗症矫治在内的“三项康复”开始的,1985年10月17日在江苏镇江成立“中国小儿麻痹研究会”。1995年我国已基本消灭了脊髓灰质炎,1996年1月经中国残疾人康复协会批准,“中国小儿麻痹研究会”更名为“肢体残疾康复专业委员会”,2012年9月举行第四届专业委员会换届。面对新时代国家发展和人民健康的新情况、新需求,专业委员会的工作由儿麻后遗症矫治扩展至脊柱、四肢疾病治疗与畸形矫正,特别注重伤病初期治疗与康复,以防残、减残为主要目标。随着矫形外科的发展,学科专业日益细化,为方便学术交流,本专业委员会先后成立了17个专业学组,3个临床专业技术培训基地,分别进行专业学术交流与技术培训,每年均举办3~4次学术会议与学习班,先后制定了多部疾病诊疗的专家共识与诊疗指南。各委员积极引进推广现代肢残矫治与康复新技术、新方法、新成果,不断提高医疗护理工作质量和专业技术水平,为防残、减残做出了优异成绩,使众多残疾人肢体功能得到康复,解除了长期精神和心理的压抑,获得自立于社会的能力。据不完全统计,过去十年间,本专业委员会委员共引进推广新技术、新方法、新成果约六千余项,获省部级以上科技和医疗成果百余项。专业委员会积极支持并鼓励专家参与当地政府与残联组织的各类残疾人服务活动。专业委员会的专家深入老区,为群众和残疾人服务,受到当地政府和残疾人的热烈欢迎和高度评价,扩大了专业委员会的影响力。

参考文献

- [1] Swanson AB. A classification for congenital limb malformations [J]. J Hand Surg Am, 1976, 1 (1): 8-22.
- [2] Coppa V, Marinelli M, Procaccini R, et al. Coronal plane deformity around the knee in the skeletally immature population: a review of principles of evaluation and treatment [J]. World J Orthop, 2022,

- 13 (5) : 427-443.
- [3] Haraguchi N. Analysis of whole limb alignment in ankle arthritis [J]. *Foot Ankle Clin*, 2022, 27 (1) : 1-12.
- [4] 卢世璧, 赵庆, 王继芳, 等. 股四头肌粘连松解术后连续被动活动治疗膝关节僵直的疗效初步观察 [J]. *骨与关节损伤杂志*, 1988, 3 (1) : 18-20.
- [5] 李莹, 张伯松, 刘亚波, 等. 创伤后膝关节僵硬的原因分析与切开松解手术治疗 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2008, 10 (9) : 887-889.
- [6] Paley D. Normal lower limb alignment and joint orientation [M]// Paley D. *Principles of deformity correction*. Heidelberg: Springer, 2002: 1-18.
- [7] Wanezaki Y, Suzuki A, Takakubo Y, et al. Lower limb alignment in healthy Japanese adults [J]. *J Orthop Sci*, 2021, 20: S0949-2658 (21) 00362-366.
- [8] Siboni R, Vialla T, Joseph E, et al. Coronal and sagittal alignment of the lower limb in caucasians: analysis of a 3D CT database [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2022, 108 (3) : 103251.
- [9] Gary CS, Wang JS, Shubinets V, et al. Passive manipulation for proximal interphalangeal joint extension contractures [J/OL]. *J Hand Surg Am*, 2022, 8: S0363-5023 (22) 00063-6. doi: 10.1016/j.jhsa.2022.01.023. Epub ahead of print. PMID: 35277302.
- [10] Klenø AN, Stisen MB, Cubel CH, et al. Prevalence of knee contractures is high in children with cerebral palsy in denmark [J]. *Physiother Theory Pract*, 2021, 22: 1-8.
- [11] Sodhi N, Yao B, Khlopas A, et al. A case for the brace: a critical, comprehensive, and Up-To-Date review of static progressive stretch dynamic and turnbuckle braces for the management of elbow knee and shoulder pathology [J]. *Surg Technol Int*, 2017, 31: 303-318.
- [12] Sodhi N, Yao B, Anis HK, et al. Patient satisfaction and outcomes of static progressive stretch bracing: a 10-year prospective analysis [J]. *Ann Transl Med*, 2019, 7 (4) : 67.
- [13] Zhang CG, Zhao XY, Cao J, et al. Triple hemisection percutaneous achilles tendon lengthening for severe ankle joint deformity [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (8) : 2373-2381.
- [14] Hendriks TCC, Botman M, de Haas LEM, et al. Burn scar contracture release surgery effectively improves functional range of motion, disability and quality of life: a pre/post cohort study with long-term follow-up in a low- and middle-income country [J]. *Burns*, 2021, 47 (6) : 1285-1294.
- [15] Xie K, Lyons ST. Soft tissue releases in total knee arthroplasty for valgus deformities [J]. *J Arthroplasty*, 2017, 32 (6) : 1814-1818.
- [16] Zhou Y, Chen Z, Jiang C, et al. Arthroscopic lengthening of the flexor hallucis longus tendon to correct hallux flexion deformity [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2019, 58 (4) : 766-770.
- [17] Jones DL, Neff P, Franklin DB 3rd, et al. Arthroscopic posterior capsular release for loss of knee extension [J]. *Arthrosc Tech*, 2020, 9 (10) : e1439-e1446.
- [18] Peterson N, Prior C. Correction of the neglected clubfoot in the adolescent and adult patient [J]. *Foot Ankle Clin*, 2020, 25 (2) : 205-220.
- [19] Ferreira RC, Costo MT, Frizzo GG, et al. Correction of neglected clubfoot using the Ilizarov external fixator [J]. *Foot Ankle Int*, 2006, 27 (4) : 266-273.
- [20] 秦泗河, 孙磊, 郑学建. 微创牵拉技术治疗小腿缺血性肌挛缩后遗重度踝足畸形 [J]. *中华外科杂志*, 2006, 44 (8) : 547-550.
- [21] Li OL, Pritchett S, Giffin JR, et al. High tibial osteotomy: an update for radiologists [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2022, 218 (4) : 701-712.
- [22] 王佳琦, 李天友, 王延宙. 外翻截骨治疗儿童 Pauwels III型陈旧性股骨颈骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (6) : 547-550.
- [23] 刘军廷, 苏伟, 贝涛, 等. 3D打印辅助截骨矫正陈旧性膝周围骨折畸形 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (18) : 1688-1691.
- [24] 秦泗河, 孙磊. 踝上截骨术矫正足内翻及踝部复合畸形 [J]. *中华骨科杂志*, 2002, 22 (4) : 60-61.
- [25] 张凤军, 李新花, 王强, 等. 个体化截骨导板辅助股骨关节外畸形全膝置换术 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (15) : 1423-1426.
- [26] Xu SM, Li W, Zhang DB, et al. Modified treatment of knee osteoarthritis complicated with femoral varus deformity: a case report [J]. *World J Clin Cases*, 2022, 10 (6) : 1903-1908.
- [27] de Pablos Fernández J, Arbeloa-Gutierrez L, Arenas-Miquelez A. One-stage total knee arthroplasty plus corrective osteotomy for osteoarthritis associated with severe extra-articular deformity [J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8 (11) : e1403-e1410.
- [28] Kienast B, Kiene J, Gille J, et al. Posttraumatic severe infection of the ankle joint - long term results of the treatment with resection arthrodesis in 133 cases [J]. *Eur J Med Res*, 2010, 15 (2) : 54-58.
- [29] 孙磊, 田敏, 胡宏伟, 等. 单纯 Ilizarov 技术与结合软组织松解治疗创伤后重度足下垂畸形的疗效比较 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2013, 15 (10) : 849-853.
- [30] 孙磊, 秦泗河, 宁志杰, 等. Ilizarov 外固定器矫正膝关节畸形 [J]. *中华骨科杂志*, 2012, 32 (3) : 211-216.
- [31] 秦泗河, 孙磊. Ilizarov 技术在矫形外科的应用进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2002, 9 (3) : 87-90.
- [32] Malkova TA, Borzunov DY. International recognition of the Ilizarov bone reconstruction techniques: current practice and research (dedicated to 100th birthday of G.A. Ilizarov) [J]. *World J Orthop*, 2021, 12 (8) : 515-533.

(收稿:2022-08-11)