

УДК 617.58-007.61-053.1-089-07

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS104405>

Оригинальное исследование



Оценка относительных параметров разновеликости нижних конечностей у детей при использовании временного эпифизеодеза 8-образными пластинами

Д.А. Петрова¹, В.М. Кенис^{1, 2}¹ Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия;² Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

Обоснование. Методику эпифизеодеза используют для коррекции разновеликости нижних конечностей у детей. Результаты исследования эффективности эпифизеодеза 8-образными пластинами при этой патологии неоднозначны. Прогнозирование коррекции — принципиальное условие применения методик эпифизеодеза.

Цель — определение относительной эффективности методики временного эпифизеодеза 8-образными пластинами для коррекции разновеликости нижних конечностей у детей в зависимости от возраста пациента и эпифизеодезируемого сегмента.

Материалы и методы. В исследование включены данные ретроспективного анализа результатов коррекции разновеликости нижних конечностей методом управляемого роста 94 пациентов. Методика хирургического лечения предусматривала применение двух 8-образных пластин. Рассчитывали относительные показатели, при этом в качестве показателя эффективности лечения определяли разницу процентных соотношений длин эпифизеодезируемого и парного интактного сегментов до эпифизеодеза и на момент завершения лечения методом управляемого роста (удаления металлоконструкций).

Результаты. Максимальная эффективность наблюдалась при эпифизеодезе бедренной кости у детей младшей возрастной группы (изменение на 7,59 % длины кости), минимальная — при эпифизеодезе большеберцовой кости у детей старшей возрастной группы (изменение длины на 2,04 %). Снижение эффективности эпифизеодеза бедренной кости в зависимости от возраста носило линейный характер, при этом разница между показателями эффективности в младшей и средней группах составила 1,85 %, а между средней и старшей — 2,8 %. При эпифизеодезе большеберцовой кости разница между показателями эффективности в младшей и средней возрастных группах составила 2,42 %, а между средней и старшей — 0,34 %.

Заключение. Временный эпифизеодез 8-образными пластинами эффективен при коррекции разновеликости нижних конечностей у детей. Использование полученных нами относительных показателей эффективности в различных возрастных группах позволяет более точно планировать вмешательство и избежать неоправданных операций.

Ключевые слова: временный эпифизеодез; разновеликость нижних конечностей; 8-образные пластины.

Как цитировать:

Петрова Д.А., Кенис В.М. Оценка относительных параметров разновеликости нижних конечностей у детей при использовании временного эпифизеодеза 8-образными пластинами // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2022. Т. 10. № 2. С. 151–160. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS104405>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS104405>

Original Study Article

Assessment of comparative parameters of leg length discrepancy in children using temporary epiphysiodesis with 8-plates

Daria A. Petrova¹, Vladimir M. Kenis^{1,2}¹ H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

BACKGROUND: Epiphysiodesis is used to correct the leg length discrepancy in children. The results of the effectiveness in different studies using epiphysiodesis with 8-plates. Forecasting is a fundamental provision of the methodology to apply epiphysiodesis.

AIM: To determine the comparative effectiveness of temporary epiphysiodesis with 8-plates in correcting the difference in size of the lower limbs in children, depending on the age of the patient and the segment of epiphysiodesis.

MATERIALS AND METHODS: We included data from a retrospective analysis of the results of correcting the leg length discrepancy using the method of guided growth in 94 patients. The technique included the use of two 8-plates. The calculation of comparative indicators was used, while the difference in the ratios of lengths of the epiphysiodesed and paired segments before epiphysiodesis and at the time of completion of guided growth (removal of metal structures) was determined as an indicator of the effectiveness of treatment.

RESULTS: The maximum efficiency was observed with epiphysiodesis of the femur in children of the younger age group (a change of 7.59% in the length of the bone), the minimum was observed with epiphysiodesis of the tibia in children of the older age group (a change in length of 2.04%). The decrease in the effectiveness of femoral epiphysiodesis depending on age was linear, while that between the efficiency indicators in the younger and middle groups was 1.85%, and between the middle and older groups was 2.8%. In epiphysiodesis of the tibia, the difference between the efficiency indicators in the younger and middle age groups was 2.42%, and that between the middle and older age group was 0.34%.

CONCLUSIONS: Temporary epiphysiodesis with 8-plates is effective in correcting the LLDs in children. The use of the comparative efficiency indicators obtained in different age groups allows us to plan the intervention more accurately and avoid unnecessary operations.

Keywords: temporary epiphysiodesis; leg length discrepancy (LLD); 8-plates.

To cite this article:

Petrova DA, Kenis VM. Assessment of comparative parameters of leg length discrepancy in children using temporary epiphysiodesis with 8-plates. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2022;10(2):151–160. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS104405>

Received: 03.03.2022

Accepted: 14.04.2022

Published: 30.06.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS104405>

原创研究

使用8型钢板进行临时附骨切除术时评估儿童下肢长度不等的相对参数

Daria A. Petrova¹, Vladimir M. Kenis^{1,2}¹ H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

论证。附骨切除术用于矫正儿童下肢不等长的问题。关于使用8型钢板进行附骨切除术对这种病症的疗效,研究结果并不明确。对矫正的预测是使用附骨切除技术的基本条件。

目的。本研究的目的是根据患者的年龄和骺板截面,确定使用8型钢板临时附骨切除术矫正儿童下肢长度不等的相对有效性。

材料与方法。该研究包括对94名患者使用控制生长法矫正下肢不等长结果的回顾性分析数据。手术治疗方法包括使用两块8型钢板。计算了相对指标,确定了骨骺分离前和治疗结束时骨骺分离和成对完整节段长度的百分比差异(去除金属结构),作为治疗有效性的指标。

结果。年龄较小的儿童进行股骨外固定术的效率最高(骨长变化率为7.59%),而年龄较大的儿童进行胫骨外固定术的效率最低(骨长变化率为2.04%)。股骨骨骺成形术的效率随年龄呈线性下降,年轻组与中年组的效率指数相差1.85%,中低年级组疗效差异为1.85%,中高年级组疗效差异为2.8%。在胫骨外固定术中,年轻组和中年组的有效率差异为2.42%,中年组和老年组的有效率差异为0.34%。

结论。使用8型钢板进行临时骨外固定术可有效矫正儿童下肢长度不等的问题。利用我们获得的不同年龄段的相对疗效指标,可以更准确地计划干预,避免不合理的手术。

关键词:暂时性骨骺剥脱;下肢长度不等;8型钢板。

引用本文:

Petrova DA, Kenis VM. 使用8型钢板进行临时附骨切除术时评估儿童下肢长度不等的相对参数. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2022;10(2):151–160. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS104405>

收到: 03.03.2022

接受: 14.04.2022

发布日期: 30.06.2022

论证

肢体畸形 (anisomelia) 是指成对肢体在临床上存在明显的可测量长度差异[1]。下肢长度不等是一种常见的骨科问题, 根据不同学者的研究, 其在人群中的发病率从40%到90%不等[1, 2]。畸形的可变性主要取决于诊断标准。背部疼痛、下肢疼痛和下肢大关节退行性改变传统上与腿长不均有关, 因此有必要进行矫正[1, 3]。矫正不等长的方法分为保守方法和手术方法, 其适应症因病变的严重程度和患者的年龄而异。外科矫正技术又分为旨在延长较短节段的技术和缩短较长节段的技术 (以及多种技术的结合) [4]。

北美儿科矫形协会 (POSNA) 建议, 当儿童腿长相差2到5厘米时, 可使用补偿鞋垫、外翻矫正术或手术缩短长段[5]。

附生技术是指通过影响生长区来限制段的生长, 由Phemister于1933年提出。在过去的90年中, 该方法经历了多次变革, 其中最重要的变革与Peter Stevens 8型板的开发有关。该技术用于纠正儿童下肢的轴向畸形和不等长[6]。根据对34名7至16岁 (平均年龄12.5岁) 患者的研究结果, 股骨骨赘切除术可使不等长的股骨长度矫正 10 ± 7.3 毫米, 胫骨长度矫正 0.4 ± 6 毫米, 股骨和胫骨长度合计矫正 10 ± 10 毫米[7]。随后的研究人员对使用8型钢板的临时骨外固定技术能否有效矫正下肢不等长表示怀疑。Lauge-Pedersen和Hägglund在对胫骨近端生长区进行临时附骨切除术后, 发现矫正率相对较低, 两名接受治疗的患者在1.5年内分别矫正了6.7毫米和5.6毫米, 因此作者得出结论认为该技术的疗效较低[8]。

D. Stewart和合著者公布了一项关于使用8型钢板进行附骨切除术和永久性附骨切除术 (生长区扩孔) 疗效的比较研究结果, 其中使用临时骨痂观察592.6天时, 技术的有效性为4.0毫米, 而永久骨痂组798.9天为15.5毫米[9]。

E. Gaumétou和合著者发表了一项分析8型钢板疗效的研究结果。该研究包括32名儿童 (40个生长区), 手术时的平均年龄为12.5岁; 随访一直持续到生长区闭合为止[10]。作者没有像以前的工作那样计算线性定速校正, 而是估计了治疗结束时可能和实际节段长度之间的差异。他们的结论是, 股骨髁线切除术的有效率为63%, 而胫骨

髁线切除术的有效率仅为计算出的最大可能矫正值的42%。此外, 他们还研究了螺钉位置对矫正效率的影响。结果发现, 平行螺钉位置和发散螺钉位置对不等长矫正的影响不大。

在一项经过2年观察的技术效果对比研究中, 使用临时附骨切除术时, 股骨长度的变化为 10.1 ± 3.0 毫米, 胫骨长度的变化为 5.4 ± 2.5 毫米。使用永久性附骨切除术时, 股骨和胫骨长度分别为 12.1 ± 1.7 毫米和 4.7 ± 2.3 毫米。同时, 作者发现所得结果之间没有统计学上的显著差异[11]。

一项研究分析了使用8型钢板、Blount支架和经髁螺钉进行临时髁板切除术的结果, 每年的平均总矫正率分别为1.11、1.22和0.59厘米。矫正率在统计学上没有显著差异。[12]。根据M. Demirel对7名6至11岁患者的观察结果显示, 临时髁线固定术的平均矫正率为每月0.48毫米[13]。

多位作者报告称, 使用8型板的矫正率更为显著: 每年1.1厘米[14]或每月1.52毫米[15]。据国内专家估计, 在一组年龄为2.5至12岁的13名儿童中, 临时外翻矫正技术的效果为每年 0.9 ± 0.4 厘米[16]。

在我们现有的唯一一项研究中, 作者确定了相对疗效参数, 特别是以百分比为单位的节段长度比的变化。他们提供了19名患者的数据: 10名儿童使用Blount支架进行了临时附骨切除术, 9名儿童使用8型钢板进行了临时附骨切除术 (患者的平均年龄分别为12.1岁和12.4岁)。8型钢板矫正不等长的效果不佳。使用Blount矫正器两年后, 节段长度差缩小了3.6%, 而使用8型钢板两年后, 节段长度差仅缩小了1.8%[17]。

预测矫正率是附生测量技术的基本条件。从前面引用的研究数据可以看出, 大多数作者使用的是公制矫正参数 (厘米/年、毫米/月等)。肢体不等长引导生长法的主要目的是实现肢体的等长。儿科矫形师可用来预测矫正的方法是通过直接测量肢长差异来评估度量指标[18]。在这方面, 这种计算方法的基本局限性非常明显。首先, 不同身高的儿童 (相应地, 不同下肢长度的儿童) 的结果差异很大; 其次, 在肢体过长的情况下, 不可能客观无条件地使用该方法。此外, 我们还不能忽视公制计算的技术问题, 因为射线照片的测量存在误差[19]。不等长相对

参数的应用避免了上述困难,在预测和评价治疗结果时可以促进测量精度的提高。然而,文献中关于附骨上切除术相对疗效的数据没有年龄分级,因此无法将其明确推断到所有年龄组。

我们推测,使用8型钢板进行临时外固定术矫正不等长的相对疗效可能因儿童的年龄和肢体节段而异,这可能会对治疗效果产生重大影响。

本研究的目的是根据患者的年龄和骺板截面,确定使用8型钢板临时骺线切除术矫正儿童下肢长度不等的相对有效性。

材料和方法

本研究包括对2015年至2020年期间接受治疗的94名患者(102名附骨肌矫正术)通过控制生长法矫正下肢长度不等结果的回顾性分析数据,其中56名为男孩,38名为女孩。临床定义的下肢长度差异中位数为3.0厘米(Me)(Q_1 , 2.5厘米; Q_3 , 4.5厘米)。研究分析了在治疗前和治疗结束

后在DICOM标准的电子格式站立时下肢的定性全景X光片。表1列出了研究组患者的解剖分段和附骨切除术的持续时间。

表2列出了造成变异的原因。

手术方法包括使用两个8形钢板,分别安装在股骨和/或胫骨的两侧(内侧和外侧)。

治疗时间的长短取决于以下因素:达到预期的矫正效果、继发性畸形的出现,以及之前的研究数据表明,当金属制品的使用时间超过2年时,需要停止使用临时的骨外板[20, 21]。

在计划治疗和评估其结果时,分析了在站立位时进行的前部后部投影的下肢全景X光片。本研究对治疗前和治疗结束时(拆除金属结构前)的射线照片进行了评估。射线照相是在飞利浦设备上进行的,并通过stitching软件对图像进行进一步的后处理,以及在IntelliSpace PACS DCX Viewer R3.2 SP1(荷兰PhiLips Healthcare公司)中对切片进行测量。辐射测量参数根据C. A. Helms和S. McCarthy提出的方法进行

表1. 手术干预时的解剖区域和附骨切除术的持续时间

附生节段		年龄分组		
		2-5岁	6-9岁	10-14岁
大腿	操作次数	16	21	27
	附生的平均持续时间, 天数	742	770	707
	Me (Q_1 ; Q_3)	(665.25; 842)	(726; 854)	(642.5; 792)
胫骨	操作次数	6	11	21
	附生的平均持续时间, 天数	834.5	731	761
	Me (Q_1 ; Q_3)	(734; 904.25)	(713; 857)	(686; 902)

表2. 长度不等的生物学原因

诊断	患者人数
先天性原因	
先天性下肢畸形伴有短缩(先天性股骨和胫骨畸形)	34
先天性下肢畸形并伴有下肢伸长(偏瘫肥大和巨大肢体)	24
后天病理	
创伤后和特发性下肢短缩	10
先天性马蹄内翻足手术治疗后的状况	9
先天性髋关节脱位和Perthes病手术治疗后的状况	5
急性血源性骨髓炎的后果	2
神经系统疾病	
小儿脑性瘫痪	6
Charcot-Marie-Tooth病	1
黑斑病	1
瘫痪畸形	1
关节畸形	1

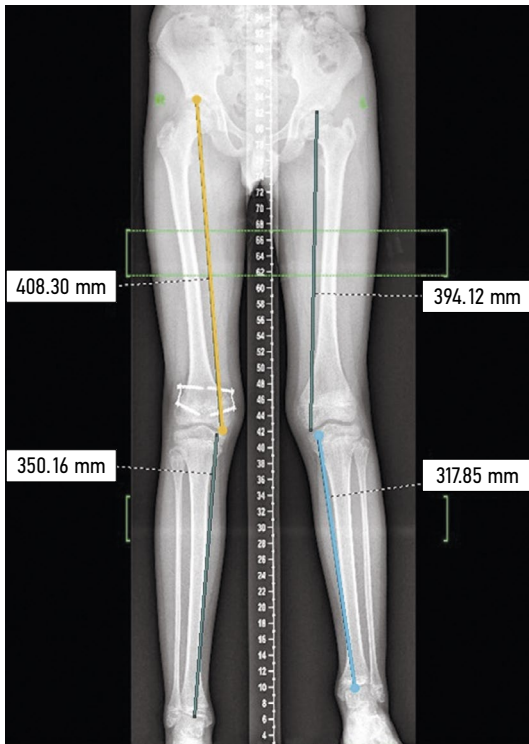


图1. 分段测量技术示意图。大腿长度测量—黄线，胫骨长度测量—蓝线

研究[22]。麦卡锡[22]提出的方法进行的研究。测量是逐节进行的：股骨从股骨头的上端到内髁的下端，胫骨从胫骨平台内侧的下端到骨骺的远端（图1）。所有测量均由一名研究人员完成。

长度的绝对值用于计算相对值。在这种情况下，使用控制生长法（移除金属结构）确定附生前检测到的附生段和配对的完整段的长度与控制生长法（移除金属结构）处理完成时的长度之间的百分比差异（详见图2中的公式）。该指标反映了临时附生技术的相对有效性。

为进一步分析，患者被分为三个年龄分组：2-5岁、6-9岁和10-14岁。

统计分析采用描述性统计方法。考虑到观测次数少，样本的异质性，计算中值以确定平均值，并计算了第1和第3个四分位数 [Me (Q₁; Q₃)] 的值以估计离散度。所得数据由IBM SPSS Statistics v.23处理 (IBM SPSS, 美国)。

$$\left(\frac{\text{附生节段}}{\text{无附生节的配对区段}} \cdot 100\% \right)_{\text{治疗后}} - \left(\frac{\text{附生节段}}{\text{无附生节的配对区段}} \cdot 100\% \right)_{\text{治疗前}} = \text{该段附生的效率, \%}$$

图2. 临时附生技术相对效率的计算公式

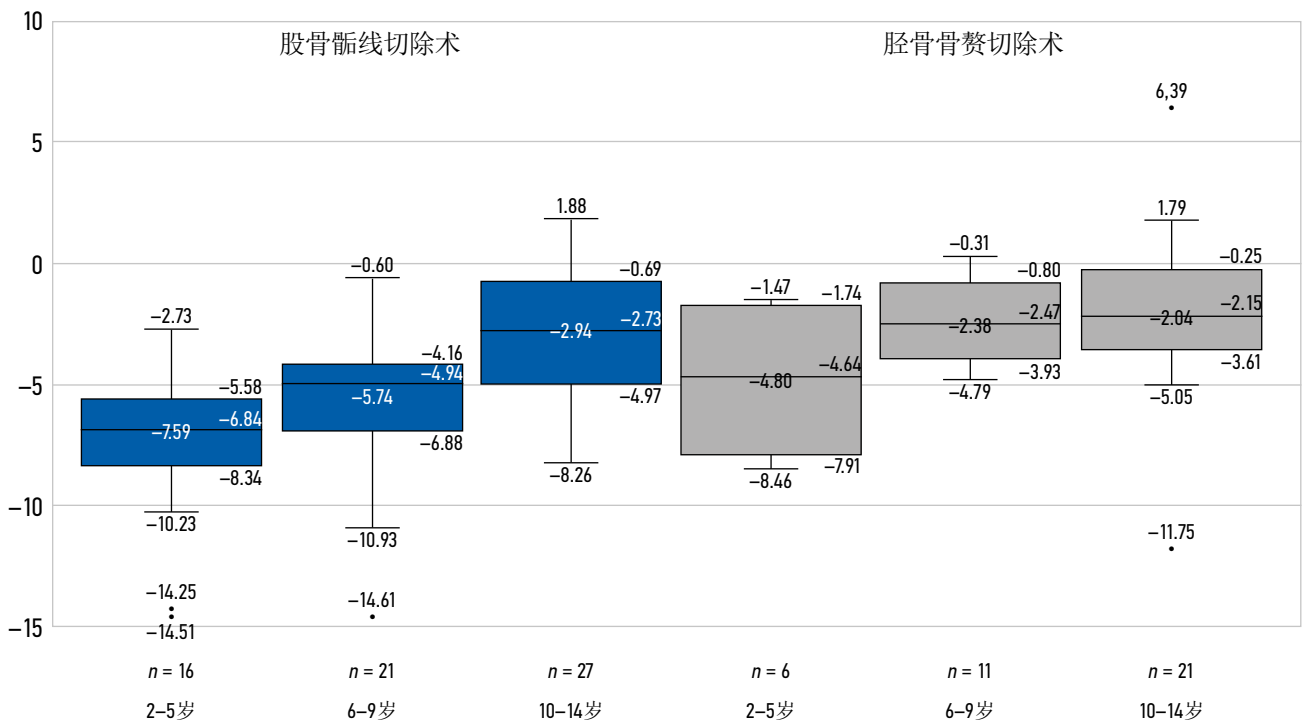


图3. 使用8型钢板进行临时外骨固定术时矫正儿童下肢长度不等的相对参数

结果

表1中的数据显示,老年患者接受手术的比例最高(占总人数的47%),中青年患者接受手术的比例较低(分别为33%和20%)。股骨外髌切除术的实施率较高(占手术总数的60%),而胫骨和双肢骨骼外髌切除术的实施率较低(分别为32%和8%)。下肢先天畸形是造成长度不等的最常见原因。

从节段比例变化的角度评估骨骺测量结果的结果发现,随着年龄的增长,疗效下降。图3中的数据显示,年龄较小的儿童股骨骨骺成形术的效率最高(骨长变化7.59%),而年龄较大的儿童胫骨骨骺成形术的效率最低(骨长变化2.04%)。股骨骨痂的疗效下降与年龄呈线性关系,中低年级组疗效差异为1.85%,中高年级组疗效差异为2.8%。在胫骨骨骺成形术中,年轻组和中年组的有效率差异为2.42%,中年组和老年组的有效率差异为0.34%。就胫骨骨外固定而言,中年组的相对有效率已经低于中年患者股骨的相对有效率。表1中的数据显示,大多数股骨介入手术都是针对中、低年龄组的儿童实施的(64例中有37例),而胫骨外固定术则有一半以上用于年龄较大的患者(38例中有21例)。

由于在大多数情况下,附骨盘部分比配对的完整部分长,因此这种情况下的长度比值大于100%。如果治疗结束后骨骺显效率,则该百分比下降,因此在计算最终结果时,从较小的值减去较大的值,疗效指标为负值。相反,正差值表明使用8型钢板的临时附骨切除术对该患者无效。

如果将相对值(百分比)转换为绝对值(厘米),则在整个治疗期间,髌长为27-34厘米的最年轻亚组的校正值为2-2.5厘米,胫长为21-2厘米的亚组的校正值为1-1.3厘米。在中年亚组中,髌关节长度为35-40厘米时,矫正长度为2-2.3厘米,胫骨长度为28-32厘米时,矫正长度为0.7-0.8厘米。在年龄较大的亚组中,髌关节长度为42-48厘米时,校正值为1.2-1.4厘米,胫骨长度为34-39厘米时,校正值为0.7-0.8厘米。

讨论

对少数公开发表的评估骨骺测量有效性的研究的分析表明,对于节段测量技术缺乏统

一的方法,有些研究人员甚至没有明确说明。由于没有统一的方法来评估附骨切除术的疗效,因此也就无法对研究结果进行比较。因此,根据文献,使用临时附骨肌矫正术的绝对矫正率从每月0.28毫米[8]到每月1.52毫米[15]不等,即数据相差5倍以上。现有研究均未提供关于临时附骨肌修补术有效性的量化数据,这取决于患者的年龄。然而,考虑到儿童的非线性增长率,可以合理地预期不同年龄组的增长率会有所不同。传统上,绝对生长率最高的时期与“生长突增”时期有关,生长率最高的特征是12.05-13.26岁的女孩和12.20-12.83岁的男孩[23]。通过控制生长技术矫正畸形,也能在生长最旺盛的时期达到最高的矫正率[24]。在使用髌线切除术矫正肢体变异时,应考虑到较短的肢节(在各种病因导致的肢体短缩情况下缩短,或在肢节延长导致的肢体变异情况下健康)也可能遵循一般的线性生长模式。在这方面,变异的矫正速度不仅取决于生长区的有效阻断,还取决于生长区在非外膜检测节段上的功能。

尽管对使用8型钢板进行附骨切除术与永久性附骨切除术的有效性的讨论仍在继续,但该领域的研究表明永久性附骨切除术更为有效[9]。同时,临时性附骨切除术的优点也是毋庸置疑的,它具有可逆性,可以避免在永久性附骨切除术中由于对生长区破坏时间的计算不准确而导致节段过度缩短。此外,临时附骨切除术也可用于幼儿。使用8型钢板的临时髌板固定技术是目前最流行的技术之一,因为它不会直接损伤生长区(与经髌螺钉不同),而且结构稳定性高(与Blount支架不同)。与此同时,一些学者对8型钢板矫正不等长的有效性提出质疑[8, 11]。因此,预测手术效果至关重要。

在科学文献中,只有关于8形板骨痂有效性的综合数据可用,而大多数作者估计了校正率的绝对值(以外固定术后每月或每年的毫米为单位)。据我们所知,唯一一项使用相对疗效(与对侧节段相比)作为主要评估方法的研究包含少量病例:10名患者接受了13次支架手术(髌部9例,胫骨4例),9名患者接受了14次8型钢板手术(髌部7例,胫骨7例)。由于患

者人数较少,无法评估手术年龄对手术结果的影响[17]。

在我们的研究中,我们考虑了最大的一组患者的治疗结果(根据现有文献),他们在不等长的下肢上使用8型钢板接受了临时骨外固定术。这使我们能够呈现出这种技术与年龄相关的有效性模式。我们发现,随着年龄的增长,矫正的效率普遍下降,而在所有年龄组中,股骨骨赘切除的效率均高于胫骨骨赘切除术。此外,随着年龄的增长,胫骨骨瘤的疗效下降幅度最大,9岁以上儿童的疗效最低。这尤其可以解释文献中关于一般儿童使用8型钢板进行胫骨骨骺成形术疗效极低的数据。在我们的研究和文献中,胫骨骨骺测量最常用于9岁以上的儿童,对他们的疗效微乎其微。因此,对于胫骨节段长度相差超过2%的这个年龄段的儿童来说,使用8型板(至少是其经典版本)进行胫骨外固定术是不合适的。例如,如果9岁以上儿童的胫骨长度段长度为25厘米,那么使用8型钢板临时骺端切除术进行肢体长度均衡的预期效果平均为5毫米。显然,在大多数情况下,手术是为了取得更显著的效果。与此同时,我们获得的数据与上述文献数据非常一致,并且根据我们提出的与年龄相关的规律性,表明在特定的临床病例中,该方法与其说是无效的,不如说是不合理的预期。

关于该技术疗效不佳的观点通常是基于年龄较大的人群所获得的数据,而胫骨外翻术的预期效果往往可以忽略不计。因此,我们不应该谈论该方法的无效性,而应该更准确地规划该方法。

关于这项研究的局限性,应当指出,少数患者群体无法评估特定病理对暂时性骨骺测量技术有效性的影响。此外,各年龄组的患者人数也不尽相同。尽管如此,我们还是注意到了一些重要的总体趋势,这些趋势可以让我们优化该技术的适应症,根据患者的年龄现实地规划干预措施,并以相对有效性指标的形式提供了通用评估方法。

结论

通过研究可以得出结论,使用8型钢板进行临时骨外固定术能有效矫正儿童下肢长度不等的问题。与小腿相比,矫正大腿不等长的效果更好。随着年龄的增长,矫正效果会自然下降,对胫骨不等长的矫正效果更为明显。根据我们在不同年龄组获得的相对有效率,可以更准确地规划干预措施,避免在显然无法实现纠正结果的情况下进行不合理的手术。

这项研究不仅首次关注了如何利用度量指标来预测使用8型板进行临时附骨畸形矫正的儿童下肢不等长矫正结果的问题,而且还提供了现阶段能够抵消所述方法缺点的数据。结果显示,相对节段长度的变化与年龄有一定的关系:儿童年龄越小,不等长矫正的预期值越大。同时,就胫骨而言,尽管相对数字可能比股骨低得多,但考虑到节段的长度,绝对预期数字将低得多。

我们认为,与不等长的直接度量估算相比,所提出的方法具有许多无可争议的优势,这使得进一步更详细地开发该方法大有可为。随着临床材料的不断积累,我们可以期待在预测治疗效果方面有更高的准确性。

补充信息

资金来源。本研究没有赞助支持。

利益冲突。作者声明,本文的发表不存在明显和潜在的利益冲突。

道德鉴定。H. Turner国家儿童矫形和创伤医学研究中心(H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopaedics and Trauma Surgery)当地伦理委员会已批准开展一项研究,以评估临时骨骺成形术的疗效(2019年12月4日第19-2号协议)。

非个性化数据的处理和发布已征得患者(其代表)的同意。

作者贡献。*D. A. Petrova*,文献综述、数据收集和处理、准备表格和插图、撰写文章第一版;
V. M. Kenis,方法支持、编辑文章文本。

所有作者都对研究和文章做出了重要贡献,并在发表前阅读和批准了最终版本。

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gurney B. Leg length discrepancy // *Gait & Posture*. 2002. Vol. 15. No. 2. P. 195–206. DOI: 10.1016/S0966-6362(01)00148-5
2. Ситель А.Б., Тетерина Е.Б. Мануальная терапия, диагностика и лечение заболеваний опорно-двигательного аппарата // Мануальная терапия. 2003. № 4. С. 4–21.
3. Brady R.J., Dean J.B., Skinner T.M. et al. Limb length inequality: clinical implications for assessment and intervention // *J. Orthop Sports Phys. Ther*. 2003. Vol. 33. No. 5. P. 221–234. DOI: 10.2519/jospt.2003.33.5.221
4. Journeau P. Update on guided growth concepts around the knee in children // *Orthop. Trauma. Surg. Res*. 2020. Vol. 106. No. 1. P. S171–S180. DOI: 10.1016/j.otsr.2019.04.025
5. Quinones D., Liu R., Gebhart J.J. Leg length discrepancy (LLD). Study guide // POSNA. [дата обращения 7.04.2020]. Доступ по ссылке: <https://posna.org/Physician-Education/Study-Guide/Leg-Length-Discrepancy>
6. Stevens P.M. Guided growth: 1933 to the present // *Strategies in trauma and limb reconstruction*. 2006. Vol. 1. No. 1. P. 29–35. DOI: 10.1007/s11751-006-0003-3
7. Pendleton A.M., Stevens P.M., Hung M. Guided growth for the treatment of moderate leg-length discrepancy // *Orthopedics*. 2013. Vol. 36. No. 5. P. e575–e580. DOI: 10.3928/01477447-20130426-18
8. Lauge-Pedersen H., Hägglund G. Eight plate should not be used for treating leg length discrepancy // *J. Child. Orthop*. 2013. Vol. 7. No. 4. P. 285–288. DOI: 10.1007/s11832-013-0506-7
9. Stewart D., Cheema A., Szalay E.A. Dual 8-plate technique is not as effective as ablation for epiphysiodesis about the knee // *J. Ped. Orthop*. 2013. Vol. 33. No. 8. P. 843–846. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3182a11d23
10. Gaumétou E., Mallet S., Souchet P., Mazda K. Poor efficiency of eight-plates in the treatment of lower limb discrepancy // *J. Ped. Orthop*. 2016. Vol. 36. No. 7. P. 715–719. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000518
11. Borbas P., Agnet C.A., Roskopf A.B. et al. Guided growth with tension band plate or definitive epiphysiodesis for treatment of limb length discrepancy? // *J. Orthop. Surg. Res*. 2019. Vol. 14. No. 1. P. 1–7. DOI: 10.1186/s13018-019-1139-4
12. Lykissas M.G., Jain V.V., Manickam V. et al. Guided growth for the treatment of limb length discrepancy: a comparative study of the three most commonly used surgical techniques // *J. Ped. Orthop. B*. 2013. Vol. 22. No. 4. P. 311–317. DOI: 10.1097/BPB.0b013e32836132f0
13. Demirel M., Saglam Y., Yildirim A.M. et al. Temporary epiphysiodesis using the eight-plate in the management of children with leg length discrepancy: A retrospective case series // *Indian J. Orthop*. 2022. Vol. 56. No. 5. P. 874–882. DOI: 10.1007/s43465-021-00599-9
14. Baliga S., Maheswari R., Douglas T.W. et al. Medium-term results of 8-plate epiphysiodesis fixation for lower limb length discrepancy // *Orthop. Proc*. 2013. Vol. 95. No. SUPP_25. P. 3. [дата обращения: 06.06.2022]. Доступ по ссылке: https://online.boneandjoint.org.uk/doi/10.1302/1358-992X.95BSUPP_25.SCOT2013-003
15. Elamin S.E., Ballal M.S., Bruce C.E., Nayagam S. Tension band epiphysiodesis for lower limb length discrepancy in children // *Orthop. Proc*. 2013. Vol. 95. No. SUPP_1. P. 144. [дата обращения: 06.06.2022]. Доступ по ссылке: https://online.boneandjoint.org.uk/doi/abs/10.1302/1358-992X.95BSUPP_1.BOA2012-144
16. Рыжов П.В., Пирогова Н.В., Шмельков А.В. Применение метода временного блокирования зон роста при лечении деформаций нижних конечностей у детей // Наука и инновации в медицине. 2017. № 3. С. 58–62.
17. Lee W.C., Kao H.K., Yang W.E., Chang C.H. Tension band plating is less effective in achieving equalization of leg length // *J. Child. Orthop*. 2018. Vol. 12. No. 6. P. 629–634. DOI: 10.1302/1863-2548.12.170219
18. Makarov M.R., Jackson T.J., Smith C.M. et al. Timing of epiphysiodesis to correct leg-length discrepancy: A comparison of prediction methods // *J. Bone Joint Surg. Am*. 2018. Vol. 100. No. 14. P. 1217–1222. DOI: 10.2106/JBJS.17.01380
19. Ahrend M.D., Rühle M., Springer F. et al. Distance from the magnification device contributes to differences in lower leg length measured in patients with TSF correction // *Arch. Orthop. Trauma Surg*. 2021. DOI: 10.1007/s00402-021-03831-1
20. Burghardt R.D., Herzenberg J.E., Standart S.C., Paley D. Temporary hemiepiphyseal arrest using a screw and plate device to treat knee and ankle deformities in children: a preliminary report // *J. Child. Orthop*. 2008. Vol. 2. No. 3. P. 187–197. DOI: 10.1007/s11832-008-0096-y
21. Gottlieb M., Shiguetomi-Medina J.M., Ranbek O., Møller-Madsen B. Guided growth: mechanism and reversibility of modulation // *J. Child. Orthop*. 2016. Vol. 10. No. 6. P. 471–477. DOI: 10.1007/s11832-016-0778-9
22. Helms C.A., McCarthy S. CT scanograms for measuring leg length discrepancy // *Radiology*. 1984. Vol. 151. No. 3. P. 802–802. DOI: 10.1148/radiology.151.3.6718746
23. Boeyer M.E., Middleton K.M., Duren D.L., Leary E.V. Estimating peak height velocity in individuals: a comparison of statistical methods // *Ann. Hum. Biol*. 2020. Vol. 47. No. 5. P. 434–445. DOI: 10.1080/03014460.2020.1763458
24. Кенис В.М., Клычкова И.Ю., Мельченко Е.В. и др. Коррекция деформаций нижних конечностей у детей с помощью метода управляемого роста // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2013. № 4. С. 50–55.

REFERENCES

1. Gurney B. Leg length discrepancy. *Gait & Posture*. 2002;15(2):195–206. DOI: 10.1016/S0966-6362(01)00148-5
2. Siteľ AB, Teterina EB. Manual therapy, diagnosis and treatment of diseases of the musculoskeletal system. *Manual'naya terapiya*. 2003;4:4–21. (In Russ.)
3. Brady RJ, Dean JB, Skinner TM, et al. Limb length inequality: clinical implications for assessment and intervention. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2003;33(5):221–234. DOI: 10.2519/jospt.2003.33.5.221
4. Journeau P. Update on guided growth concepts around the knee in children. *Orthop Trauma Surg Res*. 2020;106(1):S171–S180. DOI: 10.1016/j.otsr.2019.04.025
5. Quinones D, Liu R, Gebhart JJ. Leg length discrepancy (LLD). Study guide. POSNA. [cited 2020 Apr 7]. Available from: <https://posna.org/Physician-Education/Study-Guide/Leg-Length-Discrepancy>
6. Stevens PM. Guided growth: 1933 to the present. *Strategies in trauma and limb reconstruction*. 2006;1(1):29–35. DOI: 10.1007/s11751-006-0003-3

7. Pendleton AM, Stevens PM, Hung M. Guided growth for the treatment of moderate leg-length discrepancy. *Orthopedics*. 2013;36(5):e575–e580. DOI: 10.3928/01477447-20130426-18
8. Lauge-Pedersen H, Häggglund G. Eight plate should not be used for treating leg length discrepancy. *J Child Orthop*. 2013;7(4):285–288. DOI: 10.1007/s11832-013-0506-7
9. Stewart D, Cheema A, Szalay EA. Dual 8-plate technique is not as effective as ablation for epiphysiodesis about the knee. *J Ped Orthop*. 2013;33(8):843–846. DOI: 10.1097/BPO.0b013e3182a11d23
10. Gaumétou E, Mallet S, Souchet P, Mazda K. Poor efficiency of eight-plates in the treatment of lower limb discrepancy. *J Ped Orthop*. 2016;36(7):715–719. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000518
11. Borbas P, Agnet CA, Roskopf AB, et al. Guided growth with tension band plate or definitive epiphysiodesis for treatment of limb length discrepancy? *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):1–7. DOI: 10.1186/s13018-019-1139-4
12. Lykissas MG, Jain VV, Manickam V, et al. Guided growth for the treatment of limb length discrepancy: a comparative study of the three most commonly used surgical techniques. *J Ped Orthop B*. 2013;22(4):311–317. DOI: 10.1097/BPB.0b013e32836132f0
13. Demirel M, Saglam Y, Yildirim AM, et al. Temporary epiphysiodesis using the eight-plate in the management of children with leg length discrepancy: A retrospective case series. *Indian J Orthop*. 2022;56(5):874–882. DOI: 10.1007/s43465-021-00599-9
14. Baliga S, Maheswari R, Douglas TW, et al. Medium-term results of 8-plate epiphysiodesis fixation for lower limb length discrepancy. *Orthop Proc*. 2013;95(SUPP_25):3. [cited: 2022 Jun 6]. Available from: https://online.boneandjoint.org.uk/doi/10.1302/1358-992X.95BSUPP_25.SCOT2013-003
15. Elamin SE, Ballal MS, Bruce CE, Nayagam S. Tension band epiphysiodesis for lower limb length discrepancy in children. *Orthop Proc*. 2013;95(SUPP_1):144. [cited: 2022 Jul 6]. Available from: https://online.boneandjoint.org.uk/doi/abs/10.1302/1358-992X.95BSUPP_1.BOA2012-144
16. Ryzhov PV, Pirogova NV, Shmelkov AV. Application of the method of temporary blocking of growth zones in the treatment of deformities of the lower extremities in children. *Nauka i innovatsii v meditsine*. 2017;(3):58–62. (In Russ.)
17. Lee WC, Kao HK, Yang WE, Chang CH. Tension band plating is less effective in achieving equalization of leg length. *J Child Orthop*. 2018;(12):629–634. DOI: 10.1302/1863-2548.12.170219
18. Makarov MR, Jackson TJ, Smith CM, et al. Timing of epiphysiodesis to correct leg-length discrepancy: A comparison of prediction methods. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(14):1217–1222. DOI: 10.2106/JBJS.1701380
19. Ahrend MD, Rühle M, Springer F, et al. Distance from the magnification device contributes to differences in lower leg length measured in patients with TSF correction. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021. DOI: 10.1007/s00402-021-03831-1
20. Burghardt RD, Herzenberg JE, Standart SC, Paley D. Temporary hemiepiphyseal arrest using a screw and plate device to treat knee and ankle deformities in children: a preliminary report. *J Child Orthop*. 2008;2(3):187–197. DOI: 10.1007/s11832-008-0096-y
21. Gottlieb M, Shiguetomi-Medina JM, Ranbek O, Møller-Madsen B. Guided growth: mechanism and reversibility of modulation. *J Child Orthop*. 2016;10(6):471–477. DOI: 10.1007/s11832-016-0778-9
22. Helms CA, McCarthy S. CT scanograms for measuring leg length discrepancy. *Radiology*. 1984;151(3):802–802. DOI: 10.1148/radiology.151.3.6718746
23. Boeyer ME, Middleton KM, Duren DL, Leary EV. Estimating peak height velocity in individuals: a comparison of statistical methods. *Ann Hum Biol*. 2020;47(5):434–445. DOI: 10.1080/03014460.2020.1763458
24. Kenis V, Klychkova I, Melchenko E. Guided growth technique for correction of lower extremity deformities in children. *Vestnik travmatologii i ortopedii im NN Priorova*. 2013;(4):50–55. (In Russ.)

ОБ АВТОРАХ

* **Дарья Александровна Петрова**, аспирант;
адрес: Россия, 196603, Санкт-Петербург, Пушкин,
ул. Парковая, д. 64–68;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9641-191X>;
e-mail: radd.arr@mail.ru

Владимир Маркович Кенис, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7651-8485>;
Scopus Author ID: 36191914200; ResearcherId: K-8112-2013;
eLibrary SPIN: 5597-8832; e-mail: kenis@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

* **Daria A. Petrova**, MD, PhD student;
address: 64–68 Parkovaya str.,
Pushkin, Saint Petersburg, 196603, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9641-191X>;
e-mail: radd.arr@mail.ru

Vladimir M. Kenis, MD, PhD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7651-8485>;
Scopus Author ID: 36191914200; ResearcherId: K-8112-2013;
eLibrary SPIN: 5597-8832; e-mail: kenis@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author