

## 暂时性关节外固定术治疗小儿脑瘫腕关节屈肌挛缩症的效果

# SURGICAL TREATMENT OUTCOME OF WRIST FLEXION CONTRACTURE IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY THROUGH TEMPORARY EXTRA-ARTICULAR ARTHRODESIS

© V.A. Novikov, V.V. Umnov, D.V. Umnov

H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia

■ For citation: Novikov VA, Umnov VV, Umnov DV. Surgical treatment outcome of wrist flexion contracture in children with cerebral palsy through temporary extra-articular arthrodesis. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2020;8(3):281-292. <https://doi.org/10.17816/PTORS34151>

Received: 19.03.2020

Revised: 11.06.2020

Accepted: 24.08.2020

**论证:** 桡腕关节屈肌挛缩的外科治疗方法分为软组织干预（延长或移植肌腱）和稳定桡腕关节的骨手术。考虑到两种方法的优点，我们开发了一种桡腕关节临时融合术：安装金属结构的关节固定术的稳定性和拆除金属结构后桡腕关节活动的可能性。

本研究的目的是比较一种治疗脑性瘫痪儿童桡腕关节屈肌挛缩症的新手术方法的有效性，包括临时的关节外固定术和移植的手部屈肌到伸肌根据格林。

**材料与方法。** 该研究对两组患者的治疗进行了比较分析。第一组的患者（13例）接受尺侧腕屈肌腱（*m. flexor carpi ulnaris*）移植到桡侧腕短伸肌/长肌腱的治疗（*m. extensor carpi radialis brevis/longus*）（格林手术）。第二组（13例）的患者接受了用骨板暂时进行桡腕关节固定术，为期一年。分析第一组和第二组在关节固定术和骨板拆除1年后和肌肉移植1年后的治疗结果。第二组患者在拆除金属结构后接受14天的康复疗程，然后评估治疗效果。采用国际分类系统MACS（2002）和积木盒障碍测试评估箱（Block and Box test）评估桡腕关节主动和被动运动的振幅以及上肢的功能能力。

**结果。** 第一组患者被动活动度增加（+9.7°）。两组患者的主动运动幅度均明显增加（第一组为31.9°，第二组为45.7°）。两组中用于评估手部状况的MACS上肢功能指标几乎相同。在第一组患者中，治疗后积木盒障碍测试评估箱的平均动态是增加了8个立方体，而在第二组患者中仅增加了1.6个立方体。

**结论。** 作为矫正桡腕关节屈肌挛缩的一种方法，格林手术与临时关节固定术相比效果较差，但格林手术后的功能指标较高。手术治疗方法的选择基于以下几点：在高功能前景的情况下，进行格林手术，在矫正严重挛缩且功能前景可疑的情况下，可以进行临时关节固定术。

**关键词:** 脑瘫；上肢；手臂肌肉痉挛；桡腕关节屈肌挛缩症；腕关节固定术；外科治疗；临时桡腕关节外固定术。

**Background.** The surgical approaches adopted for the treatment of wrist flexion contracture can be categorized into soft tissue intervention (such as lengthening or transplantation of tendons) and bone operations that stabilize the wrist joint. We developed a technique for temporary arthrodesis of the wrist joint to combine the main advantages of both the approaches, that is, the stability of arthrodesis by the installed metal construction and the possibility of active movements in the wrist joint after removal of the structure.

**Aim.** To compare the effectiveness of a new method of surgical treatment of wrist flexion contracture in children with cerebral palsy, such as temporary extra-articular arthrodesis and transplantation of the hand flexors to the extensors, according to Green.

**Materials and methods.** We conducted a comparative analysis of the treatment outcomes between the following 2 groups of patients: group 1 ( $n = 13$ ) patients underwent a tendon transplantation of *m. flexor carpi ulnaris* on *m. extensor carpi*

*radialis brevis/longus* (Green operation), while group 2 ( $n = 13$ ) patients underwent temporary arthrodesis of the wrist joint with a bone plate for a period of 1 year. The patients in group 2, after the removal of metal structures, underwent a 14-day course of rehabilitation before evaluation of their treatment outcomes. A comparative analysis of the treatment results between the groups 1 and 2 was performed 1 year after arthrodesis and plate removal and at 1 year after muscle transplantation. The range of active and passive movements in the wrist joint was analyzed throughout. In addition, the functionality of the upper limb was assessed with reference to the international classification system of MACS 2002 and the "Block and Box test".

**Results.** In the group 1 patients, an increase in the passive range of motion ( $+9.7^\circ$ ) was noted. In both the groups, a significant increase was recorded in the amplitude of active movements ( $31.9^\circ$  in group 1 and  $45.7^\circ$  in group 2). The upper limb functionality index MACS, on evaluating the condition of the arm as a whole, appeared to be almost identical in both the groups. In the group 1 patients, the average dynamics of the "Block and Box test" as a result of treatment was 8 additional cubes, while it was only 1.6 in the group 2 patients.

**Conclusion.** The Green operation was less effective in comparison with the operation of temporary arthrodesis as a method of correcting the flexion contracture of the wrist joint. However, the functional performance of the Green operation was higher. The choice of the optimal surgical treatment technique can be determined as follows. In children with a high functional perspective, the Green operation is preferred. However, in children with doubtful functional prospects where the correction of severe contracture is the main aim, temporary arthrodesis may be preferable.

**Keywords:** cerebral palsy; upper limb; spastic hand; wrist flexion contracture; wrist joint arthrodesis; surgical treatment; temporary extra-articular wrist joint arthrodesis.

婴儿脑性瘫痪 (ICP) 是导致《痉挛手》临床症状发展的主要原因 [1, 2]。这一术语描述了上肢由于某些肌肉群的痉挛而导致的功能紊乱, 从而导致肢体关节处形成紧张性挛缩, 然后形成固定性挛缩 [3]。

《痉挛手》的矫形状态通常是这样的: 肩关节内收肌挛缩症、肘关节屈肌挛缩症、前臂旋前挛缩症、桡腕关节及手指屈肌挛缩症、食指内收肌挛缩症 [1, 3, 4]。尽管上述所有挛缩无疑会对上肢的运动能力产生负面影响, 但正是手部的不良位置经常成为严重限制手部功能的一个因素。

治疗桡腕关节屈肌挛缩症的手术途径可分为两大类: 软组织干预, 旨在通过延长或移植肌腱来建立手部屈肌和伸肌之间的平衡, 以及稳定桡腕关节的骨骼手术 [1, 5]。

对文献资料的分析并没有对第一类手术的适应症给出明确的答案。一些作者 [5-7] 认为保守治疗效果不足是决定因素, 而不是挛缩的严重程度。其他人则关注挛缩的严重程度。例如, F. Miller [1] 提供了手部屈肌挛缩的工作分类, 并根据运动幅度来考虑手术治疗的适应证。

对桡腕关节进行关节固定术的适应症在科学文献中有更好的描述: 几乎所有的作者都同意, 这些患者是严重的屈肌挛缩, 没有预期的治疗功能前景 [1, 8-10]。对于这样的患者, 这种治疗被认为是有效的, 可以让你得到稳定的结果。与此同时, 重度桡腕关节屈肌挛缩患者在治疗后有机会恢复手部功能时, 是否可采用腕关节固定术的问题尚未得到解决。然而, 对于中度桡腕关节屈肌畸形的手术治疗, 最不明确的情况已经发展。文献 [1, 2, 5] 中描述的软组织干预的特点是效率低, 挛缩复发快, 这类患者的关节固定术适应症没有明确确定。

考虑群体的异质, 因缺乏一个统一的分类系统的术前状况和系统功能评价结果, 对于文献中所报道的中度桡腕关节畸形的软组织和关节固定术的手术治疗方法, 我们无法进行比较分析。

本研究的目的是比较一种治疗脑性瘫痪儿童桡腕关节屈肌挛缩症的新手术方法的有效性, 包括临时的关节外固定术和移植的手部屈肌到伸肌根据格林。

## 材料与方 法

这项研究是基于检查和治疗的 结果分析 26 患者脑瘫在联邦国家预算教育机构的高等专业教育 National medical research center of pediatric traumatology and orthopedics named after G.I. Turner。将患者分为两组。第一组（存档）由 13 名患者组成，他们在 2011 年至 2018 年期间在我们的诊所接受治疗 [11]。这些患者（13 例）接受了尺侧腕屈肌腱（*m. flexor carpi ulnaris*）移植到桡侧腕短伸肌/长肌腱的治疗（*m. extensor carpi radialis brevis/longus*）（格林手术）。第二组患者（13 名儿童）于 2018 年至 2020 年接受检查和 治疗。他们接受了对桡腕关节临时的关节外固定术。

本研究的设计如图 1 所示。

纳入研究小组的标准：

- GMFCS 水平 1—4；
- 上肢关节无明显功能挛缩（肘关节伸度不超过 30 度，前臂可主动翘起至中间旋转位置），桡腕除外；
- 手部缺乏主动的后屈，不能主动地把它带到中立的位置；
- 将手被动移到中立位置的可能性；对于较明显的固定挛缩患者，进行术前准备，包括逐步石膏矫正 [12]；
- 患前肢无任何手术治疗；
- 最后一个疗程的肉毒杆菌治疗不早于治疗前 6 个月。

上肢缺乏自主运动，以及明显的智力迟钝或缺乏进行术后康复的动机，是排除在研究之外的标准。

患者性别分布：第一组男性为 8 例（62%），女性为 5 例（38%），第二组男性为 7 例（54%），女性为 6 例（46%）。

患者年龄为 6 至 17 岁，第一组平均年龄为  $9.92 \pm 2.39$  岁，第二组平均年龄为  $13.07 \pm 3.12$  岁。73% 纳入研究的患者的神经学诊断为轻偏瘫，其余患者为痉挛性双瘫。85% 的患者在 GMFCS 中记录了 1—3 级的运动能力，4 级为 4 例患者（15%），其中 1 例包含在第一组，3 例在第二组。第二组患者年龄虽大于第一组，但桡腕关节屈曲挛缩程度基本相同。所有患者或其代表自愿签署知情同意书参与研究。

治疗效果的主要标准是临床试验的指标。我们评估了完全弯曲手指的桡腕关节的主动和被动运动的振幅。取 0 度位为手完全屈曲的位置（与前臂成直角），因此手的中性位置为 90 度，最大延伸度为 170 度。

上肢的功能测定使用国际分类系统 MACS（Manual Ability Classification System for Children with Cerebral Palsy 4—18 岁）2002 年，以及积木盒障碍测试评估箱（BBT）—计算了患者在一分钟内从一个盒子移动到另一个盒子的立方体数。

采用表面肌电图（EMG）和刺激神经肌电图（ENMG）评估第二组患者前臂及手部肌肉的功能状态。这项研究是在《Neurosoft》（俄罗斯）的四通道电子神经描记器上进行的。将这种方法纳入研究的主要原因是想要评估前臂和手部肌肉在像桡腕关节这样的上肢大关节运动长期停止时的反应。手术前对患者进行电生理检查，并以临时桡腕关节固定术为背景（手术后 6 个月和 1 年）。

在第二组儿童的表面肌电图中，使用皮肤传感器记录前臂肌肉的生物电活动（*m. flexor carpi radialis*、*m. flexor*

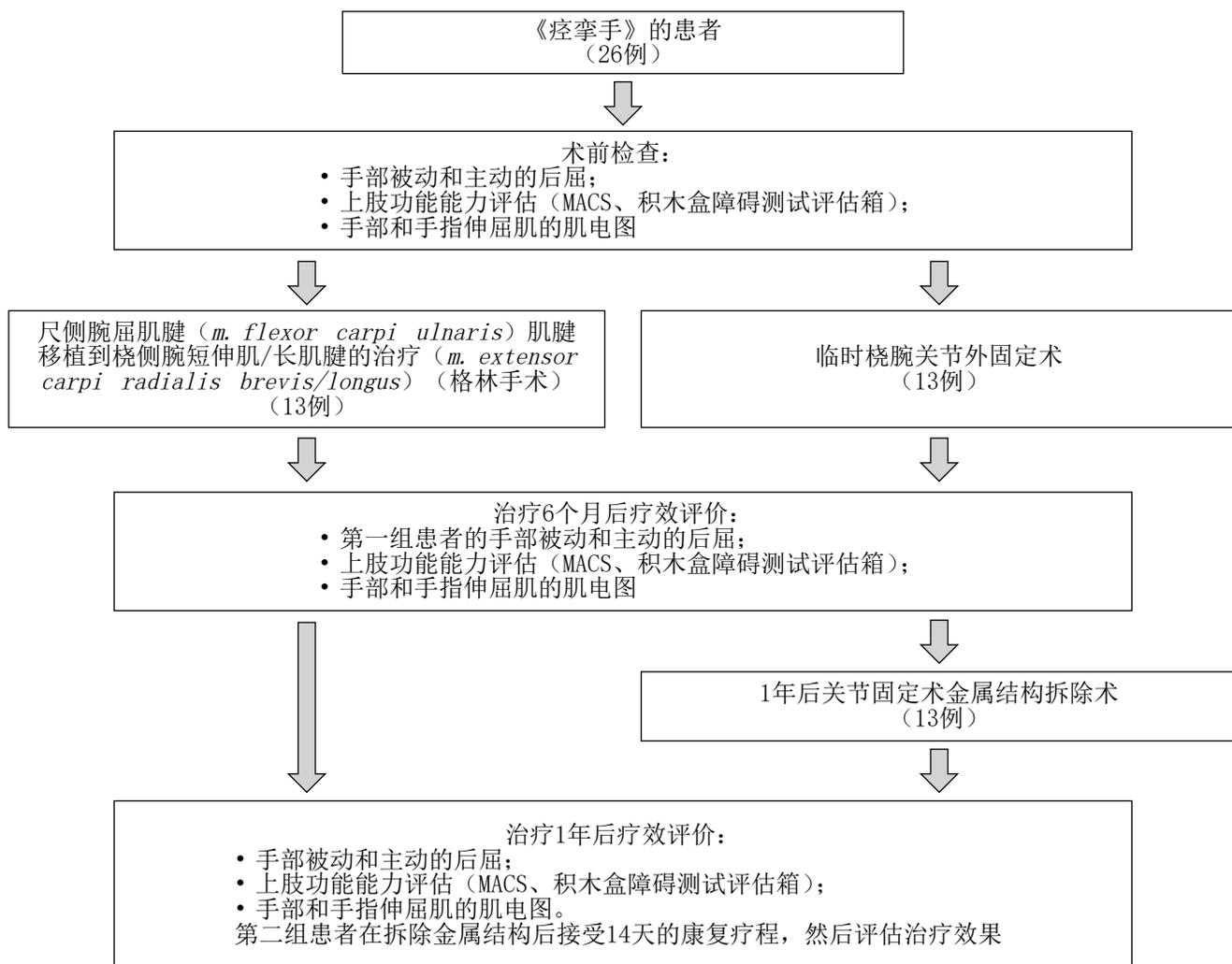


图1 研究设计

*carpi ulnaris*、*m. flexor digitorum superf.*、*m. extensor carpi radialis*、*m. extensor carpi ulnaris*、*m. extensor digitorum*。

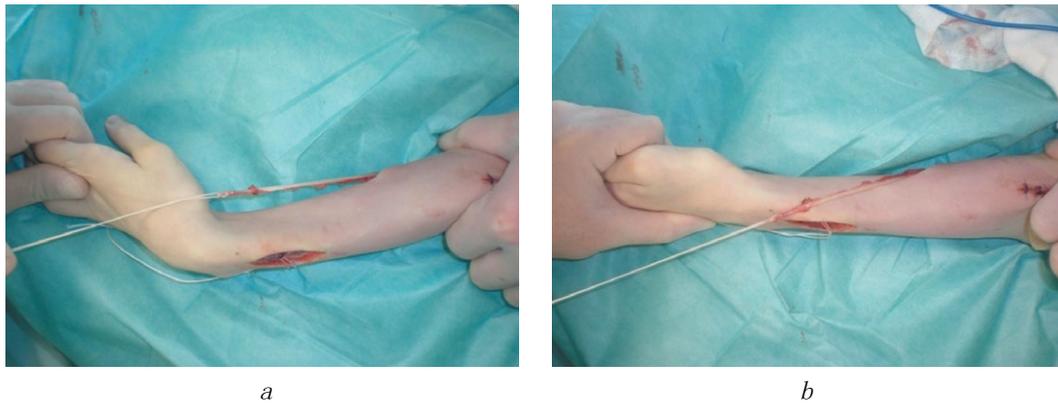
这项研究是在休息状态下进行的，并在手术侧上肢和对称侧的肌肉自发活动模式下进行。为了评估肌电异常，我们考虑了肌电图的平均振幅（微伏），计算了受影响侧和健康侧的活动比率，以及受影响侧肌肉活动的减少程度（%）。

在进行ENMG过程中，根据标准方法，在0.1 ms持续电流和18–50 mA强度下检测正中神经、尺神经和桡神经的感觉和运动纤维。我们评估了来自感觉和运动纤维的脉冲速度（m/s）以及感觉电位和运动

（肌肉）反应（M—反应）的振幅。当正中神经受到刺激时，记录了M—反应与*m. abd. poll. brev.*，尺骨神经与*m. abd. digitimin.*，桡神经与*m. ext. ind. pr.*。

第一组患者采用改良的格林方法进行手术治疗[11]（图2）。

在解剖前臂皮下脂肪和浅筋膜后，在桡腕关节的投射处发现沿前臂屈肌表面的线性切口的尺侧腕屈肌（*m. flexor carpi ulnaris*）。在肌腱从附着点到肌腱向肌肉部分的过渡处活动后，从固定点（豌豆骨）将其切断。从前臂下三分之一处的手背3厘米长的切口中分离出了桡侧腕短伸肌和桡侧腕短伸肌/长肌腱（*m. extensor carpi radialis brevis/longus*）。手被带到过度



**图 2** 尺侧腕屈肌 (*m. flexor carpi ulnaris*) 由屈肌位转位至伸肌位的手术阶段: *a* — 从附着点切断尺侧腕屈肌 (*m. flexor carpi ulnaris*), 并将其移动; *b* — 附件的位置在前臂尺侧腕屈肌 (*m. flexor carpi ulnaris*) 到桡侧腕短伸肌和桡侧腕短伸肌/长肌腱 (*m. extensor carpi radialis brevis/longus*) 的背面

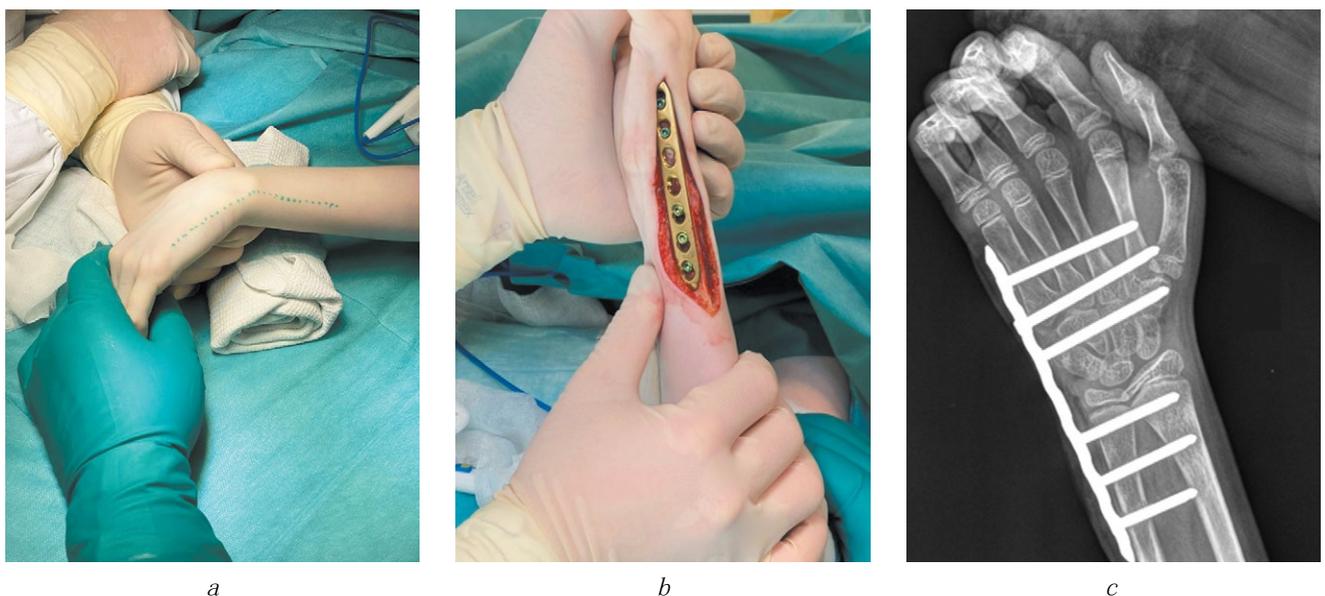
向后伸展的位置 (110度), 并用两根克氏钢针固定在所达到的位置。用探针将尺侧腕屈肌 (*m. flexor carpi ulnaris*) 远端置于前臂背面, 并张力缝入桡侧腕短伸肌/长肌腱 (*m. extensor carpi radialis brevis/longus*)。

手术后的固定期为4周, 无并发症发生。

第二组患者的手术干预如下 (图3)。从第五掌骨中间沿前臂和手尺面纵切口至前臂下三分之二和中三分之二的边缘, 在骨上安

装一个角稳定的钢板, 其用螺钉固定通过尺骨, 桡骨, 腕骨和掌骨V、IV、III、II的骨干区。手稳定在中间位置或桡腕关节生理伸位 (100度)。前臂固定在一个平均旋转位置。用短石膏夹板或夹板固定肢体为2-3天, 直到疼痛消失。在未来, 没有使用矫形器。

统计分析采用SPSS V. 17.0 (IBM, 美国), 使用Graphpad Prizma 8 (v. 8.3.4.) (Graphpad Software, 美国) 进行可视化。采用描述性统计方法确定平均值和标准差。



**图 3** 桡腕关节临时固定术的手术阶段: *a* — 手术计划; *b* — 用于临时关节固定术的安装金属结构; *c* — 安装金属结构直接投影桡腕关节的射线照相

对于定量数据，分布的正态性被评估使用Kolmogorov—Smirnov检验，Shapiro—Wilk，和Q-Qplots图形可视化。为了比较定量数据，我们对三个或三个以上的依赖样本使用弗里德曼检验，对两个依赖样本使用威尔科克森检验，对两个独立样本使用Mann-Whitney  $U$ —检验。一阶误差小于5% ( $p < 0.05$ ) 的概率被认为具有统计学意义。

## 结果

术前、术后6个月、术后1年桡腕关节活动幅度数据见表1、表2，上肢状态功能变化数据见表3。术前进行组间分析，大部分研究参数无统计学差异 ( $p > 0.05$ )，值得进一步研究。

第二组患者在手术治疗6个月后，没有资料描述桡腕关节被动和主动伸展，因为此时的腕关节是关节固定化的。在临时关节固定术中，表征手关节位置的平均值为  $96.9 \pm 1.8$  度。

分析桡腕关节被动伸展的指标，我们可以注意到一个显著的多向动态。在第一组的

患者中，伸展增加了  $9.6^\circ$ ，而在第二组中，伸展减少了  $2.7$  度。

通过对表2数据的分析，我们可以得出，第一组患者在接受了前6个月的治疗后，主动伸展指数增加了  $35.3$  度。该指标全年动态为：第一组为  $31.9^\circ$  度，第二组为  $45.7^\circ$  度。

在表3中，当评估功能指标的MACS规模，我们没有指定标准误差，因为其微不足道。

图4图示了第一组和第二组患者研究主要指标结果的动态变化。

两组患者的父母都注意到手术治疗后手部外观的改善。

一项对手术前前臂和手部肌肉的肌电图研究显示，所有接受检查的脑瘫患者的手术肢体上的手部屈肌和伸肌的自发活动幅度都有所下降。

与健康手相比，手部任意伸肌活动平均显著减少  $63.4\%$ ，屈肌— $49.6\%$ ；与此同时，与指伸肌 (*m. extensor digitorum*) ( $47\%$ ) 和尺侧腕伸肌 (*m. extensor carpi*

表1 脑瘫患儿术前及术后6、12个月桡腕关节被动伸展平均指标特征

组类型	桡腕关节的被动伸展 ( $n = 26$ )			
	手术前	6个月后	1年后	平均值差异 (术前与术后6个月/术前与术后1年)
第一组	$116.1 \pm 19.7$	$130.7 \pm 17.7$	$125.7 \pm 18.9$	$14.6$ ( $p = 0.003$ ) / $9.6$ ( $p = 0.001$ )
第二组	$111.5 \pm 17.3$	—	$108.8 \pm 6.5$	$-2.7$ ( $p = 0.858$ )
$p$ —值	$p = 0.511$	—	$p = 0.026$	—

表1

表2 脑瘫患儿手术治疗前及术后6、12个月桡腕关节主动伸展的平均指标特征

组类型	桡腕关节的主动伸展 ( $n = 26$ )			
	手术前	6个月后	1年后	平均值差异 (术前与术后6个月/术前与术后1年)
第一组	$57.3 \pm 11.6$	$92.6 \pm 14.6$	$89.2 \pm 12.5$	$35.3$ ( $p = 0.001$ ) / $31.9$ ( $p = 0.001$ )
第二组	$59.6 \pm 16.8$	—	$105.3 \pm 5.5$	$45.7$ ( $p = 0.001$ )
$p$ —组	$p = 0.840$	—	$p < 0.001$	—

表2

脑瘫患儿手术治疗前及术后6、12个月上肢功能参数的特点

组类型	Manual Ability Classification System for Children with Cerebral Palsy, 分数			积木盒障碍测试评估箱, 立方体数量		
	手术前	6个月后	1年后	手术前	6个月后	1年后
第一组	4.3	3.4	3.6	18.3 ± 4.4	24.3 ± 3.7	26.3 ± 4.9
第二组	4.6	3.3	3.4	13.7 ± 8.2	14.8 ± 6.9	15.3 ± 6.6
<i>p</i> -值	<i>p</i> = 0.264	<i>p</i> = 0.511	<i>p</i> = 0.418	<i>p</i> < 0.001	<i>p</i> < 0.001	<i>p</i> < 0.001

*ulnaris*) (34%) 相比, 桡侧伸腕肌 (*m. extensor carpi radialis*) (64%) 电发生的还原度占优势。

根据ENMG对正中神经、尺神经和桡神经感觉和运动纤维的研究, 未见传导受损的迹象。

所有病例的上肢感觉电位波幅均在年龄正常范围内。在对患侧上肢运动纤维的研究中, 所有儿童均表现出轻度M—反应幅度的下降 (平均比正常情况低28%)。

第二组患者行桡腕关节固定术6个月后, 行肌电图检查发现桡侧腕屈肌伸肌 (*m. extensor et flexor carpi radialis*) 自主活动度下降80—90%或消失。拆除金属结构后, 经过一个康复疗程后, 手伸肌的自动性较术前肌电发生指标明显提高: 桡侧腕伸肌 (*m. extensor carpi radialis*) 为17%, 指伸肌 (*m. extensor digitorum*) 为27%。与此同时, 手部屈肌的自动性平均下降10.4%。手部肌肉的自主活动也发生了变化, 表现为拇内收肌 (*m. adductor pollicis*) (26%) 和拇短展肌 (*m. abductor pollicis brevis*) (17%) 的活动增加。

## 讨论

在这项研究中获得的数据表明在统计上有显著差异的主动和被动的指标扩展在桡腕关节和手部功能使用积木盒障碍测试评估箱

评估治疗前后两组, 这让我们得出结论关于这些类型的外科治疗的有效性。

上肢的动态功能的指标由于MACS外科治疗6个月观察期内 (*p* = 0.511) 和被动的指标的动态伸直患者桡腕关节的第二组 (*p* = 0.858) 无足轻重。

考虑到第二组患者在拆除金属结构后桡腕关节积极伸展的明显的积极动态, 我们可以说, 在一年的固定后, 桡腕关节没有僵硬。

在我们的研究中, 没有预料到桡腕关节被动伸展幅度的显著变化, 因为所有患者都接受了术前训练, 这使得术前挛缩消除了大部分。尽管如此, 第一组患者的被动活动度比术前准备增加了 (+9.7度)。这一现象是由于移植肌腱的伸肌作用和术后积极的康复所致。

表2对于外科治疗的临床评价更有意义, 因为它展示了主动运动的动态。表中不包括第二组患者在6个月时间内手部伸展的结果, 因为当时桡腕关节没有活动。两组患者在术后及康复一年后, 活动度均显著增加 (第一组为31.9度, 第二组为45.7度)。然而, 与此指标相比, 临时关节固定术在统计学上更有效, 因此下结论还为时过早。第一组6个月至1年 (从35.3至31.9度) 手部平均主动伸展呈负动态, 差异有统计学意义。我们不可能排除第二组患者在金属结构拆除后6个月内出现类似的趋势。我们认为, 在第一组患者中, 挛缩的逐渐复发只

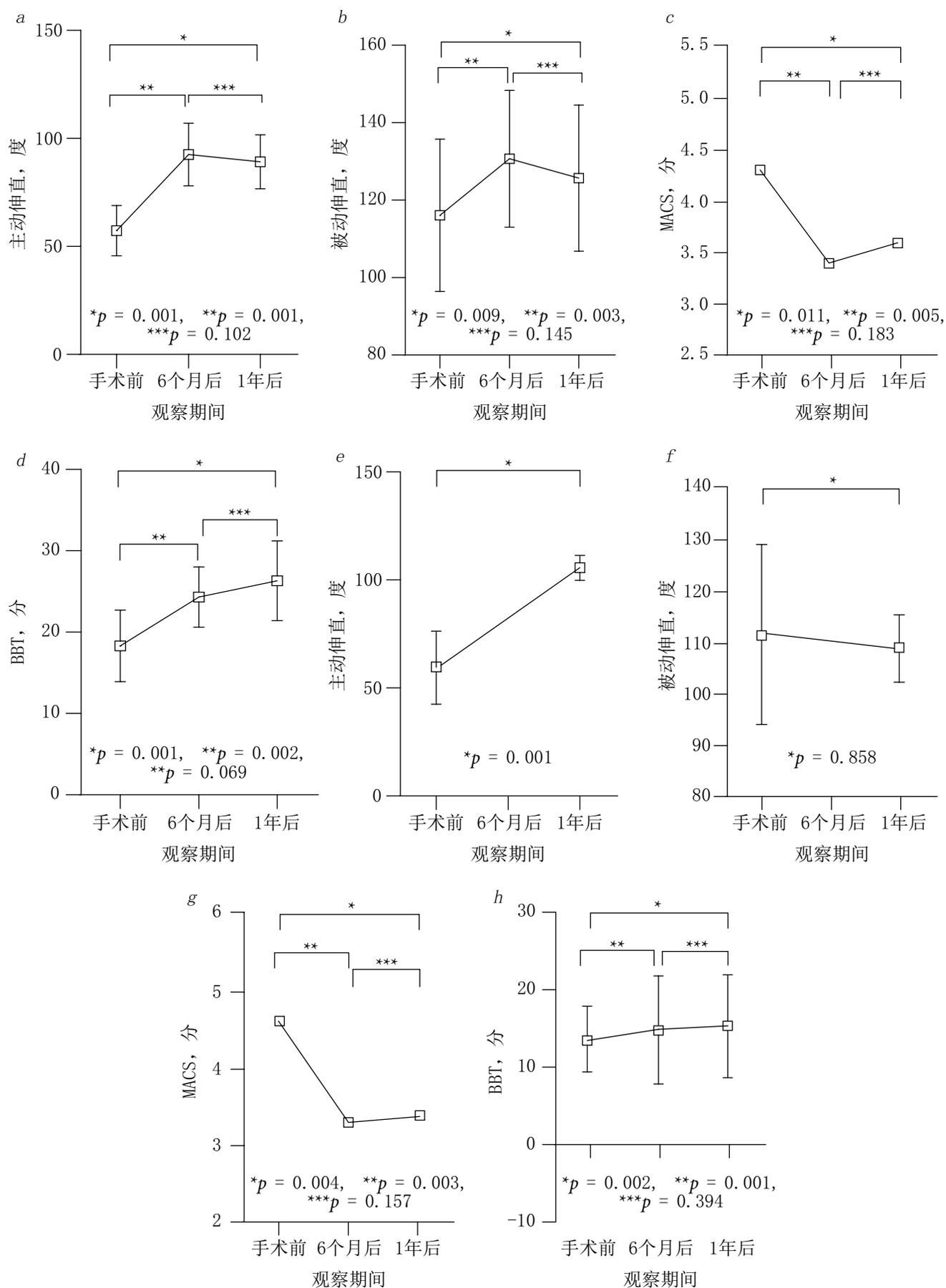


图4 桡腕关节主动和被动延伸指标的动力学、MACS量表和积木盒障碍测试评估箱(BBT)功能评估:  
a—d第一组; e—h第二组

出现在最初更明显的固定挛缩的儿童中，因此，需要进行大量的术前石膏矫正。第一组患者无需术前准备，观察期间无复发。在第二组患者中，拆除金属结构后手腕关节的活动范围与初始挛缩的严重程度没有关系。因此，我们可以假设不可能将手被动矫正到解剖上的中立位置，这可以作为选择所建议的外科治疗方法的标准。但是，需要进一步的研究来证实这一假设。

反映手部整体状态的两组上肢功能MACS指标几乎相同，但积木盒障碍测试评估箱更适合评价手部功能。在第一组患者中，治疗后积木盒障碍测试评估箱的平均动态是增加了8个立方体，而在第二组患者中仅增加了1.6个立方体。这些指标证实了手腕关节的完全伸展对肢体的功能并不是那么重要。要想改善手部的功能，积极地伸展手就足够了。在文献[1, 2, 10]中也发现了类似的观点。人们认为手腕关节固定术对手部的功能有负面影响，因为患者通过手腕关节的运动来促进手指的屈曲和伸展。根据F. Miller[1]的观察，虽然儿童在美容方面对治疗结果感到满意，但许多儿童甚至失去了术前手部的微小功能。然而，也有人表达了相反的观点。G. M. Rayan[13]对11名年龄在12至30岁的《痉挛手》患者进行了手腕关节固定术，并注意到大多数患者由于治疗而出现了明显的手功能的积极动态。R. D. Alexander[14]对18例脑瘫患者行19例手部关节固定术，平均年龄为15.8岁。他的研究特点是观察时间很长，长达4.5年。在House测量评估中，83%的患者在关节固定术后手部功能有改善。V. Neuhaus[15]认为手腕关节固定术是一种稳定有效的手术，可以消除任何严重程度的手腕关节畸形。根据他的数据，这种手术对上肢功能的改善按House测量上平均为+2分。

肌电图研究显示，所有《痉挛手》患者的前臂和手部肌肉的自由活动减少。手腕关节的屈肌挛缩会导致手指和手部的伸肌

功能自由活动减少，但根据M-反应诱导的肌肉活动是正常的或有轻微下降。这表明前臂和手部肌肉有一个重要的功能储备，以及如果消除了挛缩，它们的激活能力。手术后的肌电图研究证实了这一点。所有脑瘫患者行手腕关节和手部固定术后手指和手部伸肌的自由收缩力增强，并拇内收肌(*m. adductor pollicis*)和拇短展肌(*m. abductor pollicis brevis*)的功能活动改善。

与手术前肌电发生指标相比，第二组患者的手伸肌自由活动增加的原因尚不清楚。这种现象需要进一步研究。我们假设，在手腕关节固定术的背景下，肌肉电发生的改善是由于消除了伸肌的逐渐收缩而造成的过度伸展。

因此，格林手术作为矫正手腕关节屈肌挛缩的一种方法，与临时性关节固定术相比效果较差。但格林功能参数较高。根据手术治疗的目的是，可以选择挛缩矫正的方法：如果从功能性的角度来看一格林手术，如果需要矫正严重挛缩且功能前景不确定，可以进行临时关节固定术。我们认为，在可疑病例中，临时关节固定术更有前景，因为它结合了两种方法的优点：安装金属结构关节固定术的稳定性，以及拆除金属结构后手腕关节活动的可能性，以获得手部的最大功能。此外，如果在拆除金属结构后对上肢的功能前景进行更积极的评估，这种方法将允许在未来进行格林手术。

## 研究的局限性

本出版物中描述的研究是初步的和不完整的。鉴于临时关节固定术的新技术和少数有适应症的患者，我们没有机会为年龄、性别、GMFS、MACS和功能测试结果等指标创建相同的组。由于术前准备，可以实现组间数据的同质性（手腕关节主动和被动伸展方面）。由于所研究的方法是新的，而且初

步的临床结果被认为是好的，我们计划扩大这项研究并形成年龄和功能参数相同的患者组。这将增加研究的可靠性，并对桡腕关节屈肌挛缩的手术矫正方法的优势形成明确的看法。此外，在未来的研究中，我们建议使用交流障碍分类（CFCS），因为患者主动进行术后康复的动机和能力可能是实现上肢手术后功能结果的关键。

## 结论

尺侧腕屈肌 (*m. flexor carpi ulnaris*) 移植到 (*m. extensor carpi radialis brevis/longus*) 桡侧腕短伸肌/长肌腱的治疗 (格林手术) 是一种被证实的方法治疗桡腕关节的屈肌挛缩患者的主动伸展缺乏，但没有明显的固定屈肌挛缩。在我们的研究中，这种手术在治疗对这类患者中取得了良好的效果。提出的手部关节外固定术可以更有效地矫正挛缩，但功能影响较小。这种术式保证了肌腱装置无损伤，使患者术后可立即进行积极的恢复治疗，并患者不需要术后矫形。

有必要进一步研究第二组患者的治疗结果，评估其稳定性。

## 附加信息

**资金来源。** 国家预算资金。这项研究是作为俄罗斯联邦卫生部国家任务的一部分进行的，调查研究工作编号为AAAA-A18-118122690160-5。

**利益冲突。** 作者声明本文章的发表方面不存在明显或潜在的利益冲突。

**伦理审查。** 联邦政府预算机构H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma

Surgery俄罗斯联邦卫生部的地方伦理委员会批准了儿童检查和治疗方案 (2020年04月27日第20-1号记录)。

患者 (其代表) 已同意治疗、处理和公布个人资料和照片。

## 作者贡献

V. A. Novikov — 负责制定研究设计，撰写文章各章节，收集和分析数据，查阅文献，对患者进行手术治疗及术后管理。

V. V. Umnov — 负责研究方法的发展，目的的陈述，文章的阶段和最后的编辑。

D. V. Umnov — 负责临床资料的收集和分析。

所有作者都对文章的研究和准备做出了重大贡献，在发表前阅读并批准了最终版本。

## References

1. Miller F. Cerebral palsy. New York: Springer-Verlag; 2005.
2. Van Heest AE, Bagley A, Molitor F, James MA. Tendon transfer surgery in upper-extremity cerebral palsy is more effective than botulinum toxin injections or regular, ongoing therapy. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(7):529-536. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.01577>.
3. Клочкова О.А., Куренков А.Л., Намазова-Баранова Л.С., и др. Общее моторное развитие и формирование функции рук у пациентов со спастическими формами детского церебрального паралича на фоне ботулинотерапии и комплексной реабилитации // Вестник РАМН. – 2013. – Т. 68. – № 11. – С. 38–48. [Klochkova OA, Kurenkov AL, Namazova-Baranova LS, et al. Development of motor functions and manual abilities in pediatric patients with spastic cerebral palsy after botulinum toxin treatment and complex rehabilitation. *Vestn Ross Akad Med Nauk.* 2013;68(11):38-48. (In Russ.)]
4. Lee JS, Lee KB, Lee YR, et al. Botulinum toxin treatment on upper limb function in school age children with bilateral spastic cerebral palsy: One year follow-up. *Ann Rehabil Med.* 2013;37(3):328-335. <https://doi.org/10.5535/arm.2013.37.3.328>.

5. Carlson MG. Cerebral palsy. In Green's operative hand surgery. 5<sup>th</sup> ed. Ed. by D.P. Green, M.D. Pederson, R.N. Hotchkiss, S.W. Wolf. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone; 2005. P. 1197-1234.
6. Salazard B, Medina J. The upper limb of children with cerebral palsy: Surgical aspects. *Chir Main.* 2008;27 Suppl 1:S215-221. <https://doi.org/10.1016/j.main.2008.07.024>.
7. Nachemson A. Tendon transfer in cerebral palsy. In: Fridén J. Tendon transfers in reconstructive hand surgery. Oxford: Taylor & Francis; 2005. P. 133-148.
8. van Heest AE, Strothman D. Wristarthrodosis in cerebralpalsy. *J Hand Surg Am.* 2009;34(7):1216-1224. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2009.03.006>.
9. Thabet AM, Kowtharapu DN, Miller F, et al. Wrist fusion in patients with severe quadriplegic cerebral palsy. *Musculoskelet Surg.* 2012;96(3):199-204. <https://doi.org/10.1007/s12306-012-0217-0>.
10. Wei DH, Feldon P. Total wrist arthrodesis: Indications and clinical outcomes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017;25(1):3-11. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-15-00424>.
11. Новиков В.А., Умнов В.В., Звозиль А.В. Тактика лечения сгибательной контрактуры лучезапястного сустава у детей с детским церебральным параличом // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2014. – Т. 2. – № 3. – С. 40–47. [Novikov VA, Umnov VV, Zvozil AV. Treatment strategy of flexion contracture of the wrist joint in children with cerebral palsy. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery.* 2014;2(3):40-47. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/PTORS2340-46>.
12. Патент РФ № 2593743/ 14.07.2016. Умнов В.В., Новиков В.А. Способ устранения сгибательной контрактуры лучезапястного сустава у больных с детским церебральным параличом. [Patent RUS No. 2593743/ 14.07.2016. Umnov VV, Novikov VA. Sposob ustraneniya sgitatel'noy kontraktury lucheza-pyastnogo sustava u bol'nykh s detskim tserebral'nym paralichom. (In Russ.)]
13. Rayan GM, Young BT. Arthrodesis of the spastic wrist. *J Hand Surg Am.* 1999;24(5):944-952. <https://doi.org/10.1053/jhsu.1999.0944>.
14. Alexander RD, Davids JR, Peace LC, Gidewall MA. Wrist arthrodesis in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2000;20(4):490-495.
15. Neuhaus V, Kadzielski JJ, Mudgal CS. The role of arthrodesis of the wrist in spastic disorders. *J Hand Surg Eur Vol.* 2015;40(5):512-517. <https://doi.org/10.1177/1753193414530193>

*Information about the authors*

**Vladimir A. Novikov\*** — MD, PhD, Research Associate of the Department of Infantile Cerebral Palsy. H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-3754-4090>. E-mail: novikov.turner@gmail.com.

**Valery V. Umnov** — MD, PhD, D.Sc., leading researcher of the Department of Infantile Cerebral Palsy. H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-5721-8575>. E-mail: umnovv@gmail.com.

**Dmitry V. Umnov** — MD, PhD, Research Associate of the Department of Infantile Cerebral Palsy. H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-4293-1607>. E-mail: dmitry.umnov@gmail.com.