

# 小儿脑性瘫痪患者康复技术手段种类及使用频率的动态分析

## ANALYSIS OF TYPE AND FREQUENCY DYNAMICS OF REHABILITATION ASSISTIVE DEVICES IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

© A.A. Koltsov, E.I. Dzhomardly

Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russia

■ For citation: Koltsov AA, Dzhomardly EI. Analysis of type and frequency dynamics of rehabilitation assistive devices in children with cerebral palsy. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2020;8(2):169-178. <https://doi.org/10.17816/PTORS18953>

Received: 25.12.2019

Revised: 07.04.2020

Accepted: 08.06.2020

**论证:** 到目前为止, 脑瘫是儿科人群中最常见的神经矫形疾病。痉挛性脑瘫的特点之一是继发性矫形并发症的形成, 为了纠正这些并发症, 与其他方法 (手术、肉毒杆菌治疗等) 一起, 使用康复技术手段, 尤其是矫形器。

**目的**是根据患者的整体运动功能水平, 评估技术康复工具的数量以及其在痉挛性脑瘫患者中的使用频率。

**材料与方**法。对214名于2017年至2019年在临床接受治疗的痉挛性脑瘫儿童的父母进行了前瞻性分析。根据GMFCS全球运动功能分类将患者分为五组。统计显著性固定在误差概率水平 $p < 0.05$ 。统计数据处理使用 Statistica 10和Excel应用软件包。

**结果。**研究结果显示, 在统计调查前一年 (第I期) 与在统计调查前半年 (第II期) 所使用的康复技术工具数目有显著差异。结果表明, 大多数患者会反复选择矫形鞋, 而很少选择三脚拐杖助行器下肢和躯干的装置。从康复技术手段来看, 患者拒绝接受治疗的主要原因可以分为六类。

**结论。**在调查前的最后6个月, 在病史中使用康复技术手段的频率有显著的下降。患者通常使用矫形鞋。在所有功能矫形器中, 髋关节矫形器最常被重复使用, 而下肢和躯干三脚拐杖助行器使用频率最低。大多数时候, 拒绝重用康复的技术手段等因素造成的消极态度儿童装置, 家庭困难, 装置存在设计错误, 在病人的个人康复和心理社会发展计划中没有适当的预约。与此同时, 只有六分之一的患者在病情上的积极或消极动态影响了康复技术手段的使用规律。

**关键词:** 小儿脑性瘫痪; 矫形器; 痉挛状态; 运动活动水平; 挛缩; 康复; GMFCS; 康复的技术手段。

**Background.** Currently, cerebral palsy is the most common neuromuscular disease in the pediatric population. Spastic forms of cerebral palsy are characterized by secondary musculoskeletal complications. They are corrected by the use of assistive devices and, especially, orthoses, along with surgical treatment, botulinum toxin, and others.

**Aim.** The aim of this study was to assess the type and frequency dynamics of rehabilitation assistive devices in children with spastic forms of cerebral palsy, depending on the level of the gross motor function of the patient.

**Materials and methods.** A prospective analysis was conducted by questioning 214 parents of children with spastic forms of cerebral palsy who were treated for the period from 2017 to 2019. The patients were divided into five groups according to the gross motor function classification (GMFCS). The statistical processing was performed using the application package Statistica 10 and Microsoft Excel.

**Results.** Statistically significant differences in variances ( $p < 0.05$ ) were obtained between the number of rehabilitation assistive devices used in the anamnesis in the year before the questionnaire (period I) and assistive devices used in the last six months before the questionnaire (period II). Repeatedly, patients used orthopedic shoes the most often, and the trunk-hip-knee-ankle-foot orthoses the most rarely. We found five main causes groups of assistive device use failure for children with cerebral palsy.

**Conclusion.** Statistically significant differences in variances were obtained between the frequency of rehabilitation assistive devices used in the anamnesis and during the last six months before the questionnaire was obtained. It has been confirmed that patients used orthopedic shoes most regularly; of all functional orthoses, hip adductor orthosis was used most often repeatedly, whereas the trunk-hip-knee-foot orthoses were the least common. Factors such as a negative attitude of the child towards the orthosis, uncomfortable in life, the presence of construction errors of the product, the absence of appropriate appointments in the individual rehabilitation and habilitation programs for the patient, have led to the most frequent rejection of the reuse of the technical device for rehabilitation. At the same time, positive or negative dynamics on the condition of the patient affected the regularity of the use of a technical device for rehabilitation in only one in six patients.

**Keywords:** cerebral palsy; orthoses; spasticity; gross motor function; rehabilitation; contractures; rehabilitation; gross motor function classification system; assistive devices.

小儿脑性瘫痪（CP）是患儿中最常见的神经骨科疾病[1]。它发生的频率为每1000名活产儿中有2.6至3.6例[1-3]。根据主要的临床表现，通常会区分几种类型的疾病，最常见的是痉挛性的[3, 4]。痉挛型的特征之一是继发性矫形并发症的早期出现。康复技术手段（TMR）的使用，尤其是矫形器，是全面医疗康复的一个组成部分，目的在于消除畸形[5]以及扩展患者作为整体的身体能力[6]。各种康复技术手段的类型和临床表现的疾病往往造成困难的父母和执业医师在选择必要的康复技术手段，主要是矫形器。在某些情况下，为了纠正《所有》病态态度和畸形，父母根据医学建议或独立地根据第三方的意见获得过多康复技术手段。从我们的角度来看，大量使用装设对于孩子和家长来说是一项困难的实践任务，他们《每样装设都用一点》的原则，不仅不会产生积极的影响，而且最终会导致孩子对康复技术手段形成持续的消极态度，结果是拒绝使用装设，包括是必要的。本研究旨在通过对家长填写的问卷调查分析来研究所提出的问题。

**目的**是根据患者的整体运动功能水平，评估技术康复工具的数量以及其在痉挛性脑瘫患者中的使用频率。

## 材料与方法

使用调查问卷的方法，回顾性分析了214例痉挛性脑瘫的患儿的父母年龄在2到17岁，其最初在2017年至2019年期间进

入Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G. A. Albrecht联邦国家预算机构的俄罗斯劳动部诊所接受治疗。根据全球运动功能分类GMFCS（英文—Gross motor function classification system）将患者分为五组。为了评估康复技术手段使用的动态选项和频率，我们有条件地分配了两个时间段—第I期和第II期。调查是同时进行的。第I期从初级矫形术开始到调查前一年结束，第II期包括调查前的最后6个月。选择6个月的间隔是由于这段时间足以克服行政障碍，为计划中的重新矫正做准备，在大多数情况下，使儿童和家长适应以前规定康复技术手段的使用。

作为这项工作的一部分，我们也分析了主要矫正法开始的年龄和孩子整体的动态运动发育及其生理功能（从父母的角度来看）在过去最多五年，除了孩子的第一年生命。

定量指标采用非参数准则Kruskal-Wallis进行统计分析。定量指标采用 $M \pm S$ 格式的平均值和标准差。在所有用于定量变量的图中，算术平均值用点表示，中值用水平段突出显示，四分位数间距用矩形表示，最小和最大值用立式助行器表示。采用皮尔逊卡方检验来确定二元指标和名义指标各值的统计显著性。统计显著性固定在误差概率水平 $p < 0.05$ 。统计数据处理采用Statistica 10和Excel应用软件包。

根据GMFCS分类，第I期和第II期  
康复技术手段治疗脑瘫患者的频率分析

| 标准         | 阶段 | GMFCS全球运动功能水平 |         |         |         |         |             |      | 第I期和第II期<br>康复技术手段<br>的差异, % | 皮尔逊卡方<br>准则, <i>p</i> 级 |
|------------|----|---------------|---------|---------|---------|---------|-------------|------|------------------------------|-------------------------|
|            |    | GMFCS 1       | GMFCS 2 | GMFCS 3 | GMFCS 4 | GMFCS 5 | 一共          |      |                              |                         |
| 矫形鞋        | I  | 100.0%        | 100.0%  | 100.0%  | 95.2%   | 100.0%  | 211 (98.6%) | 12.8 | 0.000                        |                         |
|            | II | 82.1%         | 100.0%  | 88.5%   | 79.0%   | 81.5%   | 184 (86.0%) |      |                              |                         |
| 防旋袖带       | I  | 10.7%         | 8.3%    | 8.2%    | 0.0%    | 0.0%    | 11 (5.1%)   | 36.4 | 0.000                        |                         |
|            | II | 7.1%          | 5.6%    | 4.9%    | 0.0%    | 0.0%    | 7 (3.3%)    |      |                              |                         |
| 用于下肢的夹板    | I  | 71.4%         | 80.6%   | 91.8%   | 82.3%   | 85.2%   | 179 (83.6%) | 25.3 | 0.000                        |                         |
|            | II | 57.1%         | 50.0%   | 73.8%   | 59.7%   | 63.0%   | 133 (62.5%) |      |                              |                         |
| 用于下肢和躯干的器械 | I  | 0.0%          | 8.3%    | 26.2%   | 29.0%   | 25.9%   | 44 (20.6%)  | 72.7 | 0.000                        |                         |
|            | II | 0.00%         | 0.00%   | 8.20%   | 9.7%    | 3.7%    | 12 (5.6%)   |      |                              |                         |
| 用于髋关节上的器械  | I  | 0.0%          | 13.9%   | 31.2%   | 38.7%   | 33.3%   | 57 (26.6%)  | 33.3 | 0.000                        |                         |
|            | II | 0.0%          | 5.6%    | 18.0%   | 35.5%   | 11.1%   | 38 (17.7%)  |      |                              |                         |
| 用于下肢的器械    | I  | 7.1%          | 8.3%    | 23.0%   | 16.1%   | 7.4%    | 31 (14.5%)  | 61.2 | 0.000                        |                         |
|            | II | 3.6%          | 0.0%    | 9.8%    | 6.6%    | 3.7%    | 12 (5.6%)   |      |                              |                         |
| 用于踝关节的器械   | I  | 3.6%          | 16.7%   | 13.1%   | 14.5%   | 14.8%   | 28 (13.1%)  | 60.7 | 0.000                        |                         |
|            | II | 3.6%          | 2.8%    | 4.9%    | 6.5%    | 7.4%    | 11 (5.1%)   |      |                              |                         |
| 立式助行器      | I  | 0.0%          | 25.0%   | 55.0%   | 71.0%   | 63.0%   | 103 (48.4%) | 45.9 | 0.000                        |                         |
|            | II | 0.0%          | 0.0%    | 21.3%   | 48.4%   | 48.2%   | 56 (26.7%)  |      |                              |                         |

## 结果

根据全身运动功能障碍（GMFCS）分型将所有患者分为5组[7]。根据这种分布，28例（13.1%）GMFCS水平为1，36例（16.8%）GMFCS水平为2，61例（28.5%）GMFCS水平为3，62例（29.0%）GMFCS水平为4，27例（12.6%）GMFCS为5。因此，登记GMFCS等级为3和4的最大患者数量，GMFCS水平为1和5的患者较少。性别分布是一致的。平均年龄为 $8.2 \pm 3.7$ 岁，4岁以上儿童占93%，6岁以上儿童占69%。

应用康复技术手段的变异研究显示，在脑性瘫痪患者中，复杂治疗中使用了以下康复技术手段，影响儿童的支持和运动：矫形鞋，防旋袖带，用于下肢的夹板，用于上肢的夹板，用于踝关节的器械，用于整个下肢的器械，用于髋关节上的器械，用于下肢和躯干上的器械（三脚拐杖助行器），固定带，支撑站立（立式助行器）。我们没有将上肢和躯干矫形器（夹板，固定带）纳入分析中（见表）。

Kruskal-Wallis试验显示，1例患者在第I期和第II期使用的康复技术手段总数有显著差异（ $p = 0.000$ ）。

图1所示的数据显示，在第I期段和第II期，每位患者使用康复技术手段的平均数量在统计学上有显著下降。在此基础上，对这些时期研究的康复技术手段进行了进一步的定量和定性分析。使用皮尔逊卡方检验检查统计学意义，其显示了各类型康复技术手段存在的差异（表1）。以上分析结果如图2所示。

结果发现，最稳定的患者使用各种设计的矫形鞋和用于下肢的夹板。在第II期间，这两项指标在第I期间的使用频率分别为87和75%。在功能矫形器的结构中，第II期髋关节矫形器的使用频率在所有类似矫形器中是最高的（67%）。在整个下肢和踝关节继续使用设备的患者的数量具有可比性（各39%）。44例患者中，只有12例患者（占27%）重复使用最复杂的矫形器—用于下肢和躯干的三脚拐杖助行器。研究最少的康复技术手段患者及其父母选择了一种防旋袖带：在第I期只有11名儿童继续使用该装设，在第II期只有7名儿童，占64%。对其他辅助手段的分析—助行器和手杖，站立支撑（立式助行器）—显示60%的残疾儿童重复使用助行器和手杖，而立式助行器只有50%。

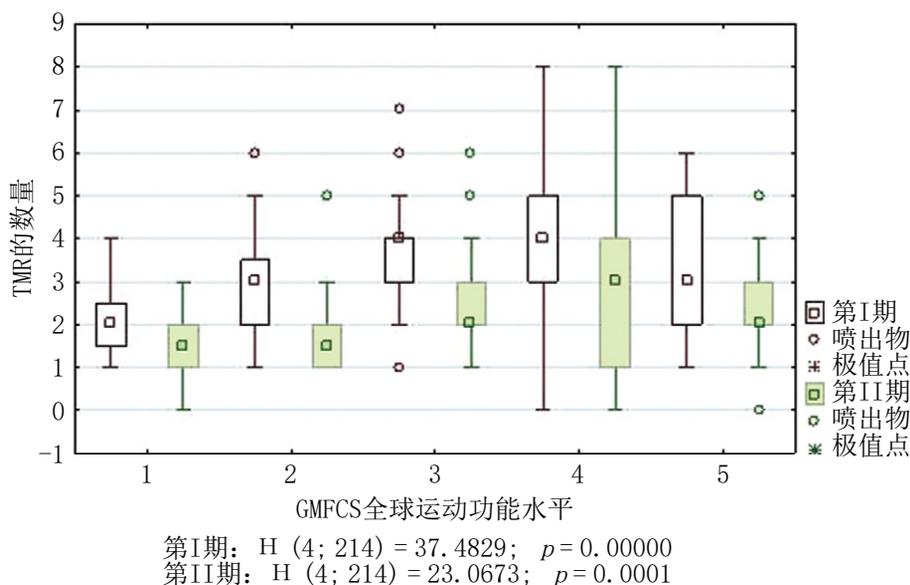


图1. 第I期第II期所使用的康复技术手段（TMR）的数量，视全球运动功能GMFCS的水平而定：  
H—Kruskal-Wallis标准

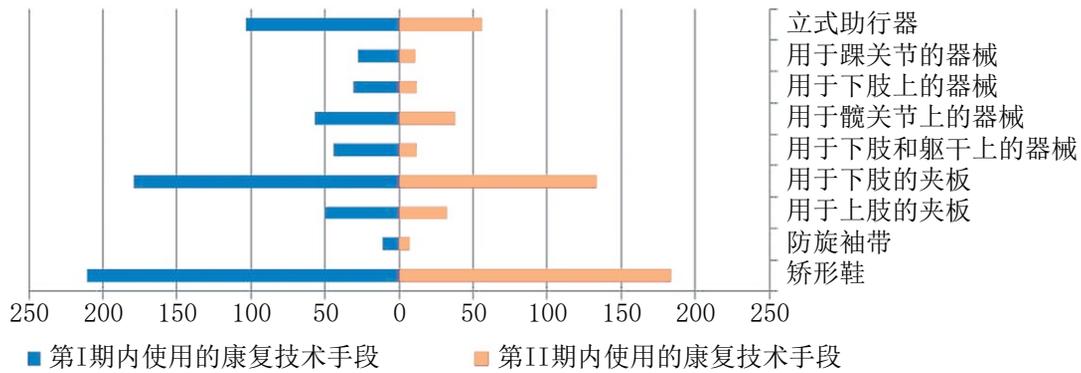


图2。第I期和第II期患者康复技术手段（TMR）使用数量分析结果

我们进行了更详细的分析，以检测康复技术手段的使用取决于整体运动功能水平的趋势。结果表明，在所有康复技术手段评估中，选择矫形鞋的儿童最多，GMFCS水平为2-3的儿童的最大指标（89%或以上）。在GMFCS水平为1和3的患者中发现频繁重复使用用于下肢的夹板（80%）。GMFCS 2-5组患者首选髋关节装置，其中GMFCS 4组患者重复使用髋关节矫形器最多（92%），GMFCS 5组患者重复使用髋关节矫形器最少（33%）。在分析踝关节功能矫形器分布的基础上，将其用于不同运动活动水平的患者的复杂康复，并记录GMFCS 3-4组的最大使用频率。用于下肢和躯干的装置被患者重复使用的次数大大减少：只有三分之一的患者GMFCS水平为3-4，在一些情况下，GMFCS水平为5。在GMFCS 2组中，没有一个孩子再次使用三脚拐杖助行器。防旋袖带只

由能够独立实施支撑和运动的患者选择。GMFCS 1-2组和GMFCS 3组的重复使用频率几乎相同，分别为67和60%。

在GMFCS 5水平的患者中，反复使用站立支撑（立式助行器）的频率最高（77%）。

考虑到第I期和第II期康复技术手段应用差异有统计学意义 ( $p < 0.05$ )，分析了儿童和家长拒绝使用康复技术手段的原因。这项任务是通过在问卷中加入一个关于拒绝原因的问题来执行的。将所有原因分为六组（图3）：

- 1) 装设的技术错误（6.0%）；
- 2) 病人的个人康复和心理社会发展计划中缺乏关于康复技术手段任何的记录（9.6%）；

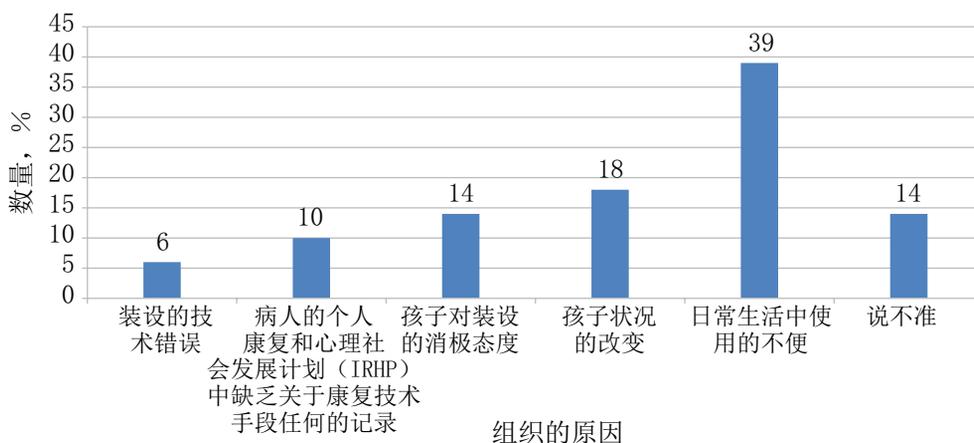


图3。患者拒绝使用康复技术手段（TMR）的原因分组分布：  
IRHP—病人的个人康复和心理社会发展计划

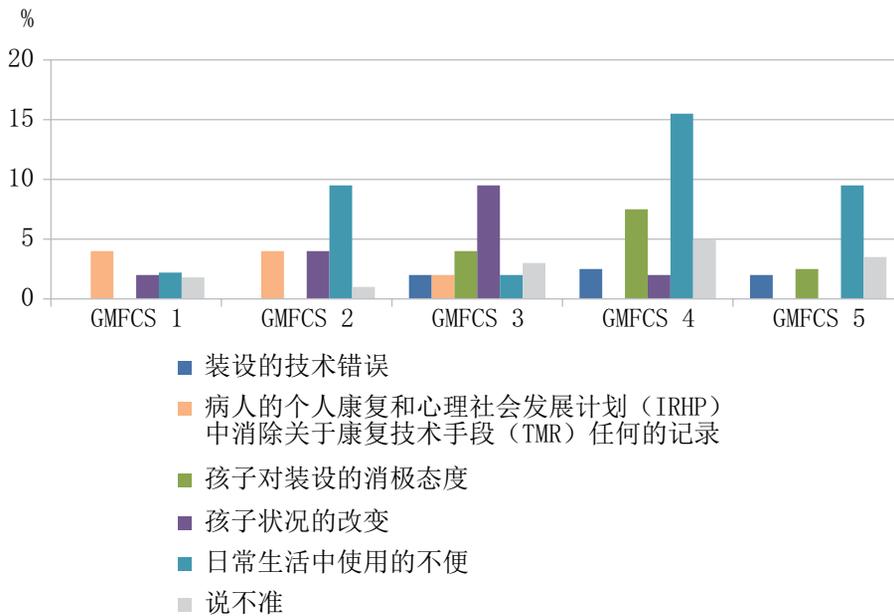


图4. 拒绝使用技康复技术手段 (TMR) 的原因按患者整体运动功能水平分布:  
IRHP—病人的个人康复和心理社会发展计划

- 3) 孩子对装设的消极态度 (14.1%);
- 4) 孩子状况的改变: 改善或恶化 (17.6%);
- 5) 不便或无法在日常生活中使用 (38.7%);
- 6) 说不准 (14.0%)。

从图3的数据可以看出, 超过半数 (68.4%) 的家长拒绝使用康复技术手段的原因是主观的, 与分配装设或适应装设的组织问题有关, 孩子的消极态度, 装设的技术错误。只有17%的病例, 拒绝的原因是由于病人病情的客观变化。

由图4所示数据可以看出, GMFCS 1-2组患者具有相同的拒绝原因, 但其作用因病变严重程度不同而不同。如果GMFCS 1组的主要原因是病人的个人康复和心理社会发展计划中缺乏关于康复技术手段任何的记录, 而在GMFCS 2组残疾儿童中, 康复技术手段在日常生活中使用的不便的原因明显占主导地位。在GMFCS 3和4组中, 拒绝的可能原因数量增加, 而在GMFCS 3组中,

拒绝的主要原因是儿童病情的改善, 而在GMFCS 4组中, 很大一部分的拒绝是由于儿童在日常生活中使用康复技术手段不便以及对矫形器的负面态度。患有最严重运动障碍的患者—GMFCS 5组主要由于日常原因没有遵循使用康复技术手段的建议。除了受访者所提到的原因外, 通过对问卷所获得的所有信息进行详细的评估, 还可以发现其他一些原因。首先, 医学界对于根据疾病的严重程度来确定初级矫形器的年龄的建议缺乏一致性, 所以这方面的父母也没有充分了解。图5中的数据间接证实了这一点: 原发性矫形器年龄的四分位数间距范围随着运动障碍的加重而增加, 开始于GMFCS3级患者, 在GMFCS5级患者中达到最大值。

其次, 对康复效果, 特别是矫形器的一个重要因素是照顾严重残疾儿童的心理方面。平均而言, 患有GMFCS1-4级的患者的父母中, 90%报告儿童的运动发育有积极的动力, 而近45%GMFCS5级患儿的家长没有观察到积极的动态, 这显然只能影响他们的学习动机。

## 讨论

在世界文献中，有一些出版物致力于研究特定类型的康复技术手段在患者群体或患者个体中的有效性[8-10]。同时，我们也没有发现任何关于分析患者和家长对使用矫形器的态度，以及分析拒绝使用矫形器原因的研究。这种反馈是有效康复的重要组成部分，包括矫形器，因为对于一个有病理研究的病人，治疗的积极结果是重要的不是使用短期的技术工具，而是它的常规使用。因此，研究这些来自患者及其家属的反馈，是评估矫形器在小儿脑性瘫痪患者康复中的作用的必要因素。

我们的研究结果显示，大多数患者选择矫形鞋（99%），而绝大多数患者（87%）继续重复使用。从我们的角度来看，矫形鞋的这种稳定穿着是由于脚和踝关节水平的病理安装和畸形的高频率，并且不管孩子的情况如何，都需要其固定，例如，在垂直或坐姿时提供最少的支撑。值得注意的是，研究组患者穿矫形鞋的频率较高，与文献中这方面的低照度存在差异。与此同时，大量的出版物，主要是XX世纪下半叶俄罗斯内的作品，致力于研究鞋子的设计特征[11, 12]。

第I期超过83%的儿童使用各种设计的下肢夹板，这与国外一些研究人员关于这种矫形器在脑瘫患者中广泛使用的数据一致[13-16]。我们没有发现任何关于夹板反复使用的动态和患者对夹板的态度的研究。根据我们的结果，平均有四分之一的患者随着时间的推移拒绝使用该夹板，同时，GMFCS 1组患儿拒绝较多（28.6%），而GMFCS 3组患儿一较少（8.2%）。

第I期有57例（27%）患者使用髋关节矫形器，其中67%患者重复使用该矫形器，这是所有下肢器械中最高的指标。在我们看来，这些装置在具有不同水平整体运动

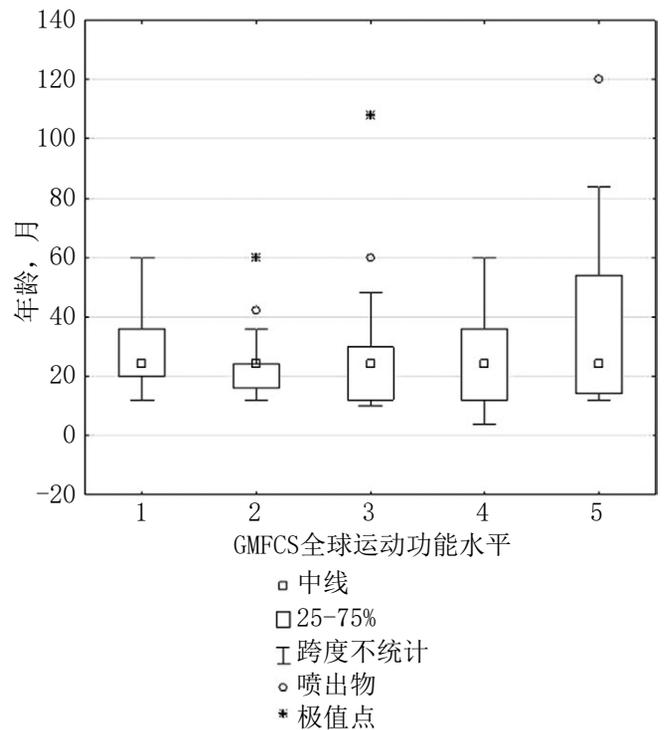


图5。对痉挛性脑瘫儿童使用康复技术手段的开始年龄

功能的患者中的分布是非常有趣的。第I期在GMFCS 3-5组中，有三分之一的患者使用功能性矫形器，而GMFCS 4级患儿重复使用频率最高（51%）。据家长们说，这主要是由于下肢的视觉评估变化，特别是消除了双腿的《交叉》，在垂直位置上有更大的稳定性，在坐姿上有更好的稳定性。所以，即使在XX世纪的下半叶，K. A. Semenova在她的专题著作中，注意到需要纠正下肢髋关节的内收装设[17]。与此同时，我们发现，最初用于严重状态动力障碍患者的下肢和躯干矫形器（三脚拐杖助行器）的重复使用频率（27%）显著降低。在我们看来，上述趋势间接反映了父母的选择，而且往往专家赞成较少笨重，更多的功能和日常生活方便的装设。因此，GMFCS水平为2-5的患者使用下肢和躯干的装置。GMFCS 2组和5组患者几乎完全拒绝再次使用这些矫正器（分别为0和3.7%），而在GMFCS 3和4组中，有三分之一的孩子再次获得三脚拐杖助行器。根据调查，这些设备重复使用频率低的主要原因是日常生活中使用的不便以及儿童对设备的负面态度。

在分析世界文献时，除了俄罗斯内个别专利和发表文章外，几乎没有发现任何关于三脚拐杖助行器在脑性瘫痪患者复杂治疗中的作用的著作。与此同时，我们发现了许多关于在此类患者康复中使用髋关节装置的文章（英文—hip abductor brace/orthosis SWASH orthosis）。研究的主要主题是矫形器对髋关节状况的影响，主要结合手术治疗和/或肉毒杆菌治疗[18-20]。然而，我们还没有发现任何关于矫形器对髋关节的影响以及对支撑和运动特性的研究，以及患者父母对日常生活使用的便捷性、儿童对装设的反应、使用的规律性等方面的反馈。

分别有13%和15%的病例使用了用于踝关节和下肢的器械，这是所有功能矫形器中最低的指标。与此同时，只有40%的患者重复使用。令我们惊讶的是，在GMFCS水平为4和5的组中，继续使用踝关节装置的患者数量最多。所获得的数据再次证实了上述关于父母选择不那么笨重的矫形器的论文，即使是重症患者。在我们的研究中，踝关节器械的使用频率与国外文献中的数据明显不同。在大多数文献中，作者认为使用各种设计的踝关节矫形器（AFO、GRAFO、leaf-spring AFO等）作为GMFCS1-3级患者康复中最常用的矫形器[8-10, 21-22]。

从GMFCS3级开始研究的孩子中，几乎有一半的孩子更喜欢使用立式助行器（站立支撑）。这些数据与国外文献中的指标有所不同[23]。特别地，根据T. Gericke等[24]的研究，对于GMFCS水平为4和5的脑瘫患者使用立式助行器是合理的。我们的研究显示，46%的患者在第I期使用立式助行器后拒绝继续使用它们。根据Bush等人[25]和Lyons[26]的说法，可能的原因与使用立式助行器对孩子的负面影响（疼痛和不适）有关，因此对于父母（在设备中安装孩子的过程的复杂性和持续时间，这种类型康复技术手段的笨重性）。此外，Lyons等人[26]认为，立式助行器对于儿童引起的不适进

一步刺激肌肉痉挛的增加，从而导致疼痛综合征的发展或强化。上面所描述的立式助行器的消极方面甚至与下肢和躯干的装置更为相关，父母们自己也注意到，这些装置通常只作为独立的立式助行器使用。尽管如此，在我们和许多外国作者的观点中[27-29]，《固定》的站立支撑（立式助行器）是姿势管理的组成部分之一。同时，所有这些负面事实都是主观的，可以通过对康复技术手段的正确选择和组织适应模式来平复。

## 结论

在调查前一年及调查前近6个月，使用康复技术手段的次数在统计上有显著下降。患者通常使用矫形鞋。在所有功能矫形器中，髋关节矫形器最常被重复使用，而下肢和躯干三脚拐杖助行器使用频率最低。拒绝重用康复技术手段的最常见原因是儿童对装设的消极态度，家庭困难，装置存在设计错误，在病人的个人康复和心理社会发展计划中没有适当的预约。与此同时，只有六分之一的患者在病情上的积极或消极动态影响了康复技术手段的使用规律。

## 附加信息

**资金来源。**没有。

**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。**伦理委员会批准的这项研究是Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G. A. Albrecht联邦国家预算机构的劳动部俄罗斯联邦（2019年9月24日第1号议定书），并按照赫尔辛基宣言中的道德标准进行。患者及其代表在知情情况下同意参与调查并公布其结果。

## 作者贡献

*E. I. Dzhomardli* — 负责研究的概念和设计, 问卷的形成, 资料的收集和处理, 文献的分析, 基本文本的撰写, 文章的阶段和最后的编辑。

*A. A. Kolcov* — 负责研究的概念和设计, 问卷的形成, 文章的阶段和最终的编辑。

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

- Bar-On L, Aertbelien E, Molenaers G, Desloovere K. Muscle activation patterns when passively stretching spastic lower limb muscles of children with cerebral palsy. *PLoS One*. 2014;9(3):e91759. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091759>.
- Flemban A, Elsayed W. Effect of combined rehabilitation program with botulinum toxin type A injections on gross motor function scores in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2018;30(7):902-905. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.902>.
- Zhou JY, Lowe E, Cahill-Rowley K, et al. Influence of impaired selective motor control on gait in children with cerebral palsy. *J Child Orthop*. 2019;13(1):73-81. <https://doi.org/10.1302/1863-2548.13.180013>.
- Munger ME, Chen BP, MacWilliams BA, et al. Comparing the effects of two spasticity management strategies on the long-term outcomes of individuals with bilateral spastic cerebral palsy: a multicentre cohort study protocol. *BMJ Open*. 2019;9(6):e027486. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-027486>.
- Church C, Lennon N, Alton R, et al. Longitudinal change in foot posture in children with cerebral palsy. *J Child Orthop*. 2017;11(3):229-236. <https://doi.org/10.1302/1863-2548.11.160197>.
- Zhang H, Huo H, Hao Z, et al. Effect of appropriate assistive device on rehabilitation of children with cerebral palsy under ICF framework. *Int J Clin Exp Med*. 2018;11(11):12259-12263.
- Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39(4):214-223. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x>.
- Contini BG, Bergamini E, Alvini M, et al. A wearable gait analysis protocol to support the choice of the appropriate ankle-foot orthosis: A comparative assessment in children with cerebral palsy. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2019;70:177-185. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.08.009>.
- Totah D, Menon M, Jones-Hershinow C, et al. The impact of ankle-foot orthosis stiffness on gait: A systematic literature review. *Gait Posture*. 2019;69:101-111. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.01.020>.
- Ries AJ, Schwartz MH. Ground reaction and solid ankle-foot orthoses are equivalent for the correction of crouch gait in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2019;61(2):219-225. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13999>.
- Белова Л.А., Бекк Н.В., Захожая Т.С., и др. Технологические решения проектирования ортопедической обуви с учетом биомеханики движений // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 5. – С. 112–114. [Belova LA, Bekk NV, Zakhodzhaia TS. Tekhnologicheskie resheniya proektirovaniya ortopedicheskoy obuvi s uchetom biomekhaniki dvizheniy. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*. 2015;18(5):112-114. (In Russ.)]
- Lapina T, Bekk N, Belova L. Features customization of orthopedic shoes for children with cerebral palsy. *Theoretical & Applied Science*. 2018;68(12):117-121. <https://doi.org/10.15863/tas.2018.12.68.21>.
- Tardieu C, Lespargot A, Tabary C, Bret MD. For how long must the soleus muscle be stretched each day to prevent contracture? *Dev Med Child Neurol*. 1988;30(1):3-10. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1988.tb04720.x>.
- Molenaers G, Desloovere K, De Cat J, et al. Single event multilevel botulinum toxin type A treatment and surgery: similarities and differences. *Eur J Neurol*. 2001;8 Suppl 5:88-97. <https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2001.00041.x>.
- Gage JR. The treatment of gait problems in cerebral palsy. Cambridge: Cambridge University Press; 2004. P. 423.
- Desloovere K, Molenaers G, De Cat J, et al. Motor function following multilevel botulinum toxin type A treatment in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(1):56-61. <https://doi.org/10.1017/s001216220700014x.x>.
- Семенова К.А. Лечение двигательных расстройств при детских церебральных параличах. – М.: Медицина, 1976. – 185 с. [Semenova KA. Lechenie dvigatel'nykh rasstroystv pri detskikh tserebral'nykh paralichakh. Moscow: Meditsina; 1976. 185 p. (In Russ.)]
- Willoughby K, Ang SG, Thomason P, Graham HK. The impact of botulinum toxin A and abduction bracing on long-term hip development in children with cerebral

- palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2012;54(8):743-747. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2012.04340.x>.
19. Shore BJ, Yu X, Desai S, et al. Adductor surgery to prevent hip displacement in children with cerebral palsy: the predictive role of the Gross Motor Function Classification System. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(4):326-334. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.02003>.
  20. Kusumoto Y, Matsuda T, Fujii K, et al. Effects of an underwear-type hip abduction orthosis on sitting balance and sit-to-stand activities in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2018;30(10):1301-1304. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.1301>.
  21. Bennett BC, Russell SD, Abel MF. The effects of ankle foot orthoses on energy recovery and work during gait in children with cerebral palsy. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012;27(3):287-291. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.09.005>.
  22. Rha DW, Kim DJ, Park ES. Effect of hinged ankle-foot orthoses on standing balance control in children with bilateral spastic cerebral palsy. *Yonsei Med J.* 2010;51(5):746-752. <https://doi.org/10.3349/ymj.2010.51.5.746>.
  23. Goodwin J, Colver A, Basu A, et al. Understanding frames: A UK survey of parents and professionals regarding the use of standing frames for children with cerebral palsy. *Child Care Health Dev.* 2018;44(2):195-202. <https://doi.org/10.1111/cch.12505>.
  24. Gericke T. Postural management for children with cerebral palsy: consensus statement. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(4):244. <https://doi.org/10.1017/S0012162206000685>.
  25. Bush S, Daniels N, Caulton J, et al. Guidance on assisted standing for children with cerebral palsy. *APCP Journal.* 2010;(2):3-10.
  26. Lyons EA, Jones DE, Swallow VM, Chandler C. An exploration of comfort and discomfort amongst children and young people with intellectual disabilities who depend on postural management equipment. *J Appl Res Intellect Disabil.* 2017;30(4):727-742. <https://doi.org/10.1111/jar.12267>.
  27. Hill S, Goldsmith L. Mobility, posture and comfort. Oxford: Wiley-Blackwell; 2009. P. 328-347.
  28. Palisano RJ, Shimmell LJ, Stewart D, et al. Mobility experiences of adolescents with cerebral palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2009;29(2):133-153. <https://doi.org/10.1080/01942630902784746>.
  29. Pountney TE, Mandy A, Green E, Gard PR. Hip subluxation and dislocation in cerebral palsy — a prospective study on the effectiveness of postural management programmes. *Physiother Res Int.* 2009;14(2):116-127. <https://doi.org/10.1002/pri.434>.

### Information about the authors

**Andrey A. Koltsov\*** — MD, PhD, orthopedic surgeon, the Chief of First Orthopedic Department Children's, Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-0862-8826>. E-mail: [katandr2007@yandex.ru](mailto:katandr2007@yandex.ru).

**Elnur I. Dzhomardly** — MD, orthopedic surgeon, PhD student, Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-0281-3262>. SPIN-code: 5853-0260. E-mail: [mamedov.ie@yandex.ru](mailto:mamedov.ie@yandex.ru).