

## 儿童脑膜炎球菌感染的骨科后果：上肢和下肢畸形的矫正选择 (初步报告)

### ORTHOPAEDIC SEQUELAE OF MENINGOCOCCEMIA IN CHILDREN: OPTIONS FOR THE CORRECTION OF LOWER AND UPPER LIMB DEFORMITIES (preliminary message)

© Yu.E. Garkavenko<sup>1, 2</sup>, A.M. Khodorovskaya<sup>1</sup>, B.H. Dolgiev<sup>1</sup>, E.V. Melchenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

■ For citation: Garkavenko YuE, Khodorovskaya AM, Dolgiev BH, Melchenko EV. Orthopaedic sequelae of meningococemia in children: options for the correction of lower and upper limb deformities. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2020;8(1):63-72. <https://doi.org/10.17816/PTORS11994>

Received: 28.04.2019

Revised: 04.12.2019

Accepted: 10.03.2020

**论证：**脑膜炎球菌感染是通过损伤包括肌肉骨骼系统在内的各种器官和系统而发生的，它会导致骨骼生长区域的功能障碍，这通常导致肢体节段的缩短和变形形成畸形后果。

**目的**探讨脑膜炎球菌血症患儿肢体畸形的特点及矫治方法。

**材料与方法。**从2012年到2018年在诊所对12名，2至15岁患有脑膜炎球菌血症骨科后果患者（6名男孩和6名女孩）的检查和手术治疗结果进行了回顾性分析。对儿童进行了检查使用临床和X射线方法。手术辅助提供恢复长度和矫正患肢节段的形状。

**结果。**在12例患者中，发现76个长肢骨骼生长区域的损伤。在这种情况下，最常见的损伤（17.1%）是大腿骨远端生长区和胫骨近端生长区，随着损伤的肢体节段的缩短或变形的形成。为了矫正10例（83.3%）患者肢体节段的长度和形态，采用了加压-牵张固定骨缝术法。在4例（33.3%）患者中，采用八型板对骨生长带的活动功能部分进行暂时性骺板固定的方法来矫正畸形。与此同时，2例（16.7%）患者接受生长带边缘骨性结合切除术，并随后的半骺骨干固定术。

**结论。**在脑膜炎球菌感染的普遍形式中，主要形成四肢大关节的骨骼生长区域受到损害，而患者的主要抱怨是肢体缩短和畸形。与经皮加压牵引骨缝术法一样，建议在损伤肢体段骨生长区功能部分的临时骺骨干固定术的帮助下使用受控生长的技术。

**关键词：**脑膜炎球菌血症；整形外科的后果；临时骺骨干固定术；加压牵引骨缝术；儿童。

**Background.** Meningococcal infection with damage to various organs and systems, including the musculoskeletal system, causes growth plate dysfunction, which usually leads to the formation of orthopedic consequences, including axis deviation and/or limb length discrepancy.

**Aim.** This study aimed to analyze the features of limb deformities and methods for their correction in children with consequences of meningococemia.

**Materials and methods.** The retrospective analysis was performed on patients with consequences of meningococemia who were examined and surgically treated in the clinic between 2012 and 2018. A total of 12 patients (six boys

and six girls) were included, with an age range of 2–15 years. The examination included clinical, X-ray, and physiological methods. Treatment methods consisted of a combination of angular deformity correction and limb lengthening.

**Results.** In 12 patients, 76 growth plate arrests of long bones were found. Most frequently (17.1%), growth plate arrests of the distal femur and proximal tibia were observed, which resulted in limb shortening and/or axis deviation. For restoration of limb alignment in 10 (83.3%) patients, transosseous compression-distraction osteosynthesis was performed. For limb deformity correction, guided growth technique was applied by using eight-plate for temporary epiphysiodesis of active functioning part of the growth plate in four (33.3%) patients, whereas partial growth plate arrest resection with following epiphysiodesis was achieved in two (16.6%).

**Conclusions.** Meningococcal septicemia leads to long bone growth plate dysfunction. The main complaints in this patient are limb shortening and their deformity. Along with the transosseous compression-distraction osteosynthesis technique, using the guided growth method by carrying out temporary epiphysiodesis of the remaining functioning part of the growth plate of damaged bone was appropriate.

**Keywords:** meningococemia; orthopaedic sequelae; temporary epiphysiodesis; compression-distraction osteosynthesis; children.

脑膜炎球菌血症是一种广泛性脑膜炎球菌感染，其特征是急性起病、体温升高至高数、全身中毒症状、伴随感染性和中毒性休克而出现皮疹，是一种急性细菌性败血症[1, 2]。

但如出现脑膜炎球菌感染对儿童肌肉骨骼系统的损伤，国内文献只提到，而在一个相当积极的背景下。作者注意到了，关节损伤的发生率在3–6%至15–22%之间，关节炎的预后通常较好，关节功能完全恢复[3, 4]。

经历脑膜炎球菌血症的儿童骨科问题似乎没有被视为其他重要器官和系统需要积极治疗矫正的急性炎症过程更严重表现的背景。然而，有脑膜炎球菌感染后果的儿童是一组有严重骨科缺陷的患者。

尽管这一问题在许多外国出版物中得到了充分反映[5–7]，但我们在俄罗斯文献中没有发现关于分析脑膜炎球菌血症儿童的肢体畸形及其矫正的信息。鉴于目前的信息不足，我们认为有必要在本研究中考虑儿童脑膜炎球菌感染的骨科后果。

**目的**探讨脑膜炎球菌血症患儿肢体畸形的特点及矫治方法。

## 材料与方法

从2012年到2018年诊所检查和治疗了12名患者（6名男孩和6名女孩），年龄在2岁到15岁之间，其中9名在1岁前、2名在1.5岁、1名在4岁时患有脑膜炎球菌血症。采用临床和放射化学研究方法，其通过两种标准投影的x光对儿童进行了检查。根据适应证，对上肢或下肢进行了全身性及功能性X线检查，并进行了计算机断层扫描。

手术辅助设备用于恢复长度和矫正患肢节畸形的形式，对8名（66.7%）采用了多边形的或加压牵引骨缝术的方法，并对4名（33.3%）儿童的控制生长法，同时对2名（16.6%）患者采用了上述的几种方法。

## 结果与讨论

在临床检查中发现大量广泛的星状伤痕，并在7例（58.33%）儿童观察到了其畸形了四肢软组织。在3例（25%）患者出现了四肢软组织节段明显缺损，而在3例（25%）患儿出现指、足截肢，其导致自理受限，严重妨碍行走。在11例（91.7%）患者出现了不同方向下肢节段缩短及变形。在4例（33.3%）患儿，除下肢功能衰竭外，上肢也受到损伤。仅有1例（8.3%）患者出现损伤上肢的情况。

对脑膜炎球菌血症的骨科后果以长骨生长区域的多种病变为特征[8]。

根据放射学数据，在12例患者中，发现76个长肢骨骼生长区域的损伤。在这种情况下，最损伤的是大腿骨远端生长区和胫骨近端生长区，随着损伤的肢体节段的缩短或变形的形成（表1）。

在较少的观察中（9.2%），大腿骨近端生长区受到颈内翻畸形形成的的损伤。

在4例（33.3%）患者发现了上肢长骨生长区的损伤（见表2）。在3例（25%）患者出现肱骨生长带功能障碍，尺骨的为2例（16.7%），桡骨的微1例（8.3%），其中3例（25%）出现肩部缩短为6-8厘米，1例（8.3%）出现双前臂缩短，并形成肘部畸形。

计算机断层扫描使能够明确确定骨生长区病变的性质和大小，并评估一种特殊的外科治疗方法的可能性。

脑膜炎球菌感染骨科后果的外科治疗目的是恢复患肢的长度、解剖和生物力学轴，恢复或改善患肢关节的解剖关系和功能。

考虑到儿童的年龄，手术治疗的适应症是下肢缩短为4厘米或以上，肩膀缩短为6厘米或以上，前臂缩短为5厘米或以上。在肢体节段存在角状畸形，并伴肢肢体段缩短为3厘米以上的情况下，采用加压牵引骨缝术，通过截骨术对肢体段的长度和形状进行一期矫正。在治疗的最后阶段，为了矫正形成膝关节和踝关节的骨干骺端多平面畸形，对3例患者使用了俄罗斯骨科奥尔托夫（Ortho-SUV）复位节，可以缩短复位时间，并提高复位质量（图1）。

在4例（33.3%）患者中，采用八型板对骨生长带的活动功能部分进行暂时性骺板固定的方法来矫正畸形。与此同时，2例（16.7%）患者接受生长带边缘骨性结合切除，并随后的半骺骨干固定术（图2）。

表1

研究组儿童下肢长骨生长区损伤的变异

患者	大腿骨		股骨	
	近端生长区	远端生长区	近端生长区	远端生长区
1	++	++	++	-
2	-	-	-	-
3	++	++	++	++
4	-	++	++	++
5	+	++	++	+
6	-	++	++	++
7	-	++	++	++
8	-	++	++	+
9	-	++	++	++
10	++	++	++	++
11	-	++	++	++
12	-	++	++	++
一共	8	22	22	18

注：《++》— 双面损伤，《+》— 一面损伤，《-》— 无出现损伤。

研究组儿童上肢长骨生长区损伤的变异

患者	肱骨		尺骨	桡骨
	近端生长区	远端生长区	远端生长区	远端生长区
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	+	++	+
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	+	-	-
10	+	-	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-
一共	1	2	2	1

注：《++》— 双面损伤，《+》— 一面损伤，《-》— 无出现损伤。

根据文献资料，3例曾患脑膜炎双球菌败血症的儿童，其下肢长骨干骨后端的多发性病变，F. Fernandez等人在1981年首次提出的，而H. B. Patriquin等人（1981年）指出骨生长带功能障碍是导致肢体畸形的主要原因[9, 10]。

脑膜炎球菌血症的骨科后果可早可晚。早期的骨科后果是在循环系统疾病的背景下观察到的，其形式是肢体近端和远端软组织的严重坏死变化。当坏死的肿块被排斥时，就会形成粗糙的软组织疤痕，而当存在皮肤

深部和软组织缺损时可能会需要行坏死切除手术，随着后对皮肤缺损进行整形闭合或远端肢体节段截肢[6, 10]。

在我们的观察中，有3例（25%）患者需要进行手指和脚的部分截肢，这些手术在住院前在他们的注册地址的医院进行的（图3）。

肢体软组织疤痕不仅是一种美容缺陷。它们会导致挛缩的形成，使手术干预和术后伤口愈合的计划复杂化[11, 12]。我们提出的所有患者均有不同程度的疤痕形成，

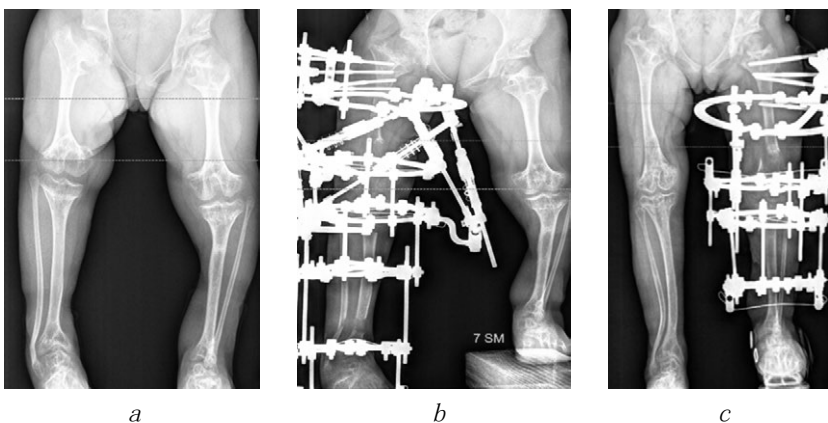


图 1。矫正前 (a) 及矫正中使用 Ortho-SUV 复位环 (b) 和 Ilizarov 外固定技术器械 (c) G. 患者左右下肢形状和长度的X线片

并3例（25%）患者在不同的治疗阶段进行了5次手术以消除膝关节和肘关节的瘢痕挛缩。

根据F. Canavese等人（2010年）观察到了29%的患者上肢软组织瘢痕挛缩，40%的患者下肢软组织瘢痕挛缩。与此同时，48例患者中有33例进行了50次外科手术，以消除挛缩[12]。类似的信息也出现在其他作者的研究中[8, 11, 13]。

关于脑膜炎球菌血症后发生骨科并发症的频率的资料很少。根据T. A. Edwards等人（2016年），其研究了130例脑膜炎球菌败血症患者的诊后病历，其晚期骨科并发症发生率为7.7%[14]。

由于脑膜炎球菌血症的感染过程是普遍的，所以大多数作者认为生长区的终止是由小血管的血栓形成引起的，其在DIC综合征的背景下供血干骨后端，而不是脓毒性栓塞的结果[12, 15, 16]。

许多作者认为，脑膜炎球菌感染后，下肢骨生长带功能障碍更为常见[17]。根据M. Appel等人（2002年）的证据，在曾患脑膜炎球菌血症的儿童中，大腿骨、胫骨和肱骨的生长区域最常受到的受伤[18]，这与我们的观察一致。较少出现腓骨远端生长区、尺骨及桡骨远端生长区，[11]以及指节生

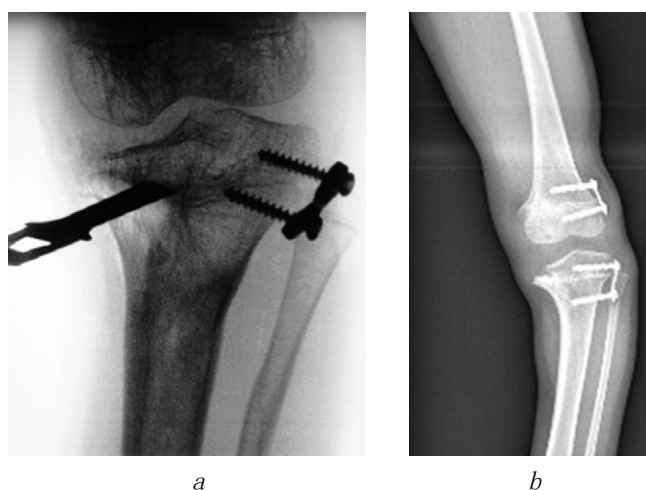


图2. 左胫骨近端生长区骨性结合切除（a）及采用八型板对大腿骨、胫骨生长区功能节段半髌骨干固定术的变异（b）

长区功能障碍[8]。然而，在现有文献中，我们尚未发现腓骨近端生长区域损伤的相关信息。

根据国外文献报道，大腿骨近端生长带的病变极为罕见[7, 10]。因此，F. Fernández等人（1981年）仅记录了一例大腿骨近端骨骺缺血性坏死[9]，而E. Nectoux等人（2010年）引用了2例因脑膜炎球菌感染导致的大腿骨头缺血性坏死病例。作者认为在脑膜炎球菌感染急性期发生的短暂性脑缺血是其可能的原因之一[10]。

在我们对12例（66.7%）患者中的8例进行的一系列观察中，我们注意到大腿骨近

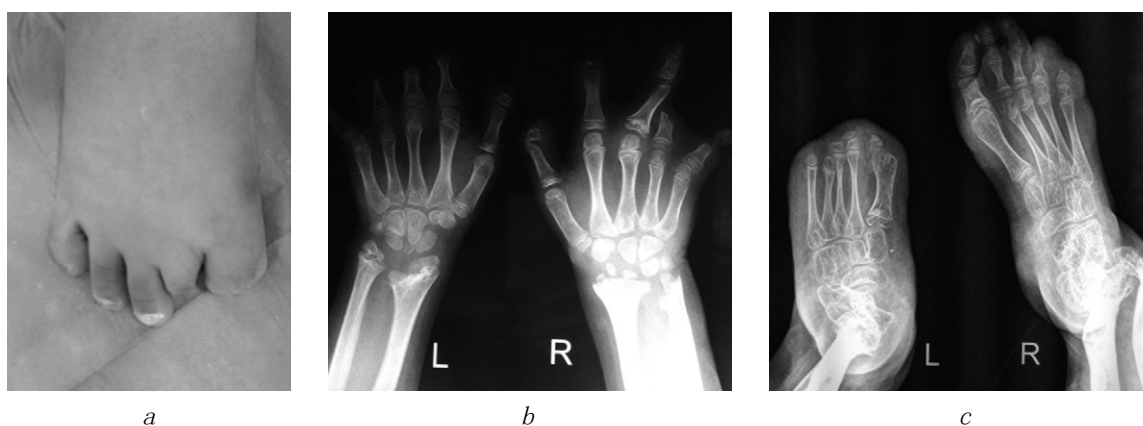


图3. 患有脑膜炎球菌血症后果K病人（a）的右脚照片和G病的手（b）和脚（c）的X线照片：肢体骨骼生长区多发病变，并截肢指、手和脚的残肢



图4。大腿骨颈内翻畸形K.病人(a)和A.患者(b)髋关节的X线片

端生长区域的损伤，并形成了颈内翻畸形，这需要手术矫正(图4)。

根据大多数作者的观点，曾患脑膜炎双球菌败血症儿童的上肢比下肢受到的受伤更少[12, 17]。在我们的研究中，只有4例(33.3%)患者出现上肢损伤。

D. H. Park和C. F. Bradish(2011年)研究了脑膜炎双球菌败血症患者的骨科问题，得出结论认为，当前臂骨长度缩短超过5厘米时，应进行前臂骨的延长。作者也认为，当缩短前臂的骨头之一，其决定了同名畸形手的形成，伸长和矫正变形应该执行只有在缩短和畸形的骨骼，当畸形矫正完成后，建议对双骨进行骺骨干固定术，以防止畸形的复发。同时，他们认为骺骨干固定术会导致前臂明显缩短，需要反复延长[17]。

我们认为，仅仅消除短骨的畸形是不够的，因为在儿童的成长过程中与前臂骨邻近的骨已经变形了，导致明显外观和功能紊乱(图5)。

越来越多的专家倾向于认为，如果患肢节段畸形，有必要对骨生长带的功能部分进行骺骨干固定术。因此，M. V. Belthur等人(2005年)引用了对形成膝关节的骨生长区过早部分闭合的患者的手术治疗结果。为了进行矫正畸形，他们进行了矫形截骨术，或在不进行附加的骺骨干固定术的情况下，通过牵引骨缝术进行矫形。16例患者中有15例在平均26个月后出现畸形复发。为了防止畸形的复发，作者指出需要切除骨生长带的剩余功能部分[19]。

相比之下，D. H. Park和C. F. Bradish(2011年)对4名曾患脑膜炎球菌血症

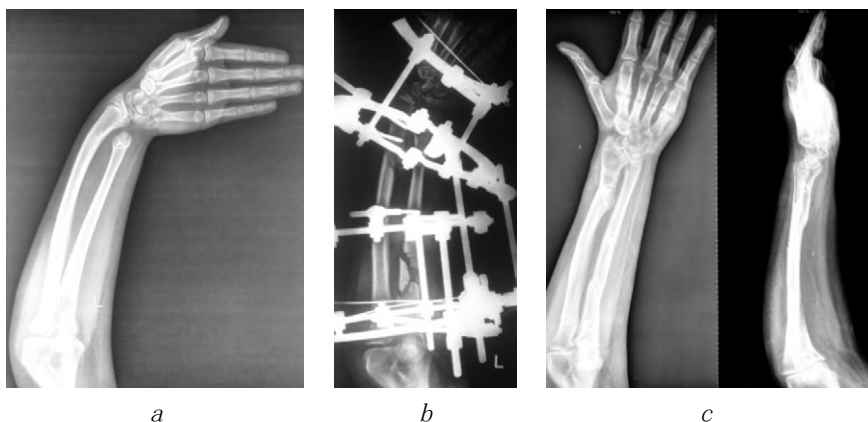


图5。G.病人左前臂的X线片：肘关节畸形消除前(a)、期间(b)和后(c)

患者伴有大腿骨远端生长区和胫骨近端生长区部分闭合，进行了类似骺骨干固定术的干预。作者没有注意到畸形复发在随访期间，平均为66个月[17]。

在所述的观察中，4例使用了控制生长技术，以防止畸形的复发，并在胫骨生长区域功能障碍时矫正腓骨的长度（见图6）。通过文献资料分析和我们自己的观察（大腿骨和胫骨截骨术后2年和4年膝关节外翻畸形复发），我们得出结论是生长带剩余功能区进行暂时骺骨干固定术是合适的。然而，考虑到观察的数量很少，我们认为目前评价暂时骺骨干固定术的长期结果还为时过早。

### 临床观察

K. 病人，10岁，入院时被诊断为：《脑膜炎球菌血症的后果。右外翻畸形和左膝关节内翻畸形。下肢缩短症状。上肢和下肢软组织瘢痕。手术治疗后的情况。》从病史可以看得，在8.5个月大的时候，患了脑膜炎球菌感染。2005年，在1岁时在Russian children's clinical hospital接受了手术干预，旨在消除膝关节瘢痕畸形，并结合皮肤成形。2014年，消除了左肘关节、右膝关节的瘢痕挛缩。

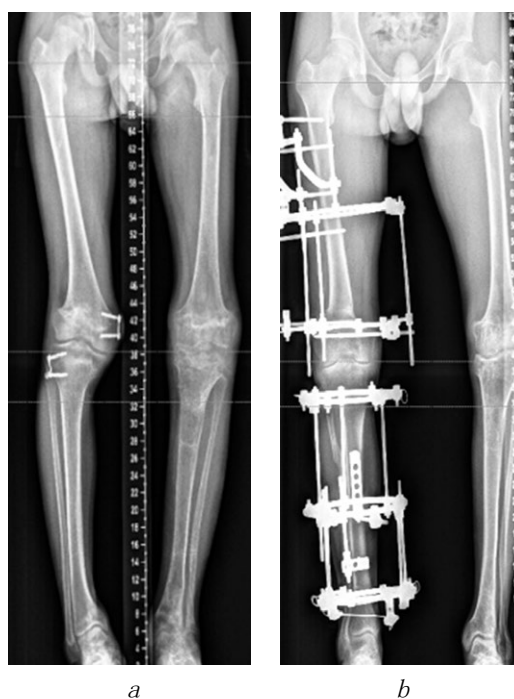


图6. 连续应用控制生长技术 (a) 和加压牵引骨缝术 (b) 为了矫正右下肢各节段畸形

当以矫形状态进入骨病理科时：由于下肢缩短，体格不成比例。严重的上肢和下肢软组织瘢痕。上肢：长度  $D = S$ ，关节运动幅度在正常范围内。下肢：右下肢相对长度为56厘米，左下肢为55厘米。右髌关节解剖长度为20厘米，右腿为29厘米。左髌关节解剖长度为26厘米，左腿为27厘米。髌关节的运动幅度在正常范围内。下肢在膝关节处畸形：右膝关节外翻畸形（按Stevens为III区），左膝关节内翻畸形（按Stevens为III区）。膝关节

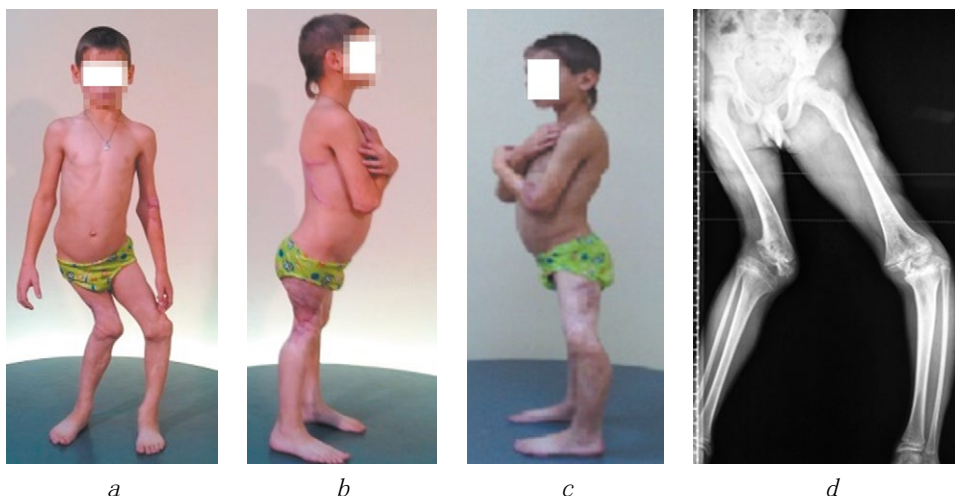


图7. K. 病人术前脑膜炎球菌血症的照片 (a - c) 和下肢X线照片 (d)



运动：右边伸/屈为 $5^{\circ}/0^{\circ}/35^{\circ}$ ，左边为 $5^{\circ}/0^{\circ}/35^{\circ}$ 。踝关节和足关节的运动幅度在正常范围之内（图7）。

2014年第一阶段为对右髌、小腿实施辐杆装置，对右下三分之一大腿以及对上三分之一胫骨、腓骨骨进行了截骨术（图8）。

2015年对左侧胫骨实施辐杆装置，对上三分之一胫骨进行了截骨术（见图9）。未行大腿骨远端及右下肢体胫骨近端其余功能区的髌骨干固定术。

2016年在骨科状态下从左腿取出外固定装置时：独立行走，无短缩补偿，右下肢跛行。脊柱轴在胸科水平的额平面偏离中线。上肢：长度 $D = S$ ，关节运动幅度在正常范围内。下肢：右下肢因小腿原因缩短为4厘米。右膝关节伸/屈为 $0^{\circ}/0^{\circ}/20^{\circ}$ ，左膝关节为 $0^{\circ}/0^{\circ}/35^{\circ}$ ，右膝关节外翻畸形（按Stevens为II区），左膝关节内翻畸形（按Stevens为I区）。髌关节的运动幅度在正常范围内，关节稳定。随访时间为2年。尽管肢体的形状得到了显著的矫正，但在长期的随访期间，由于长骨生长区域的不同程度的损伤和功能活动，可能会导致畸形的

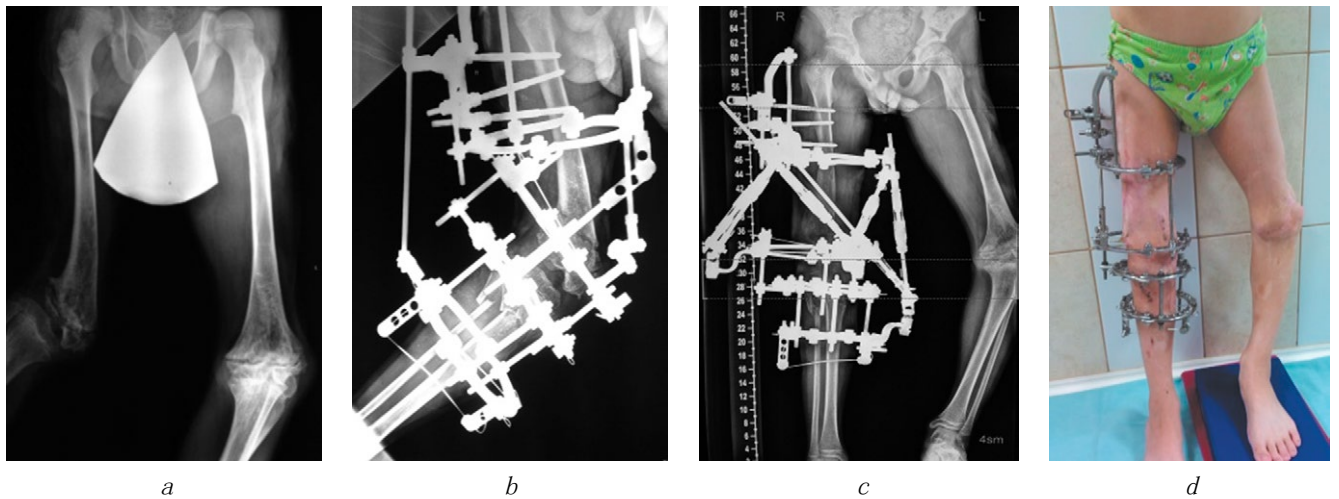


图 8. K. 病人右下肢畸形矫正前 (a)、间 (b)、后 (c、d) 的X线片 (a - c) 和照片 (d)

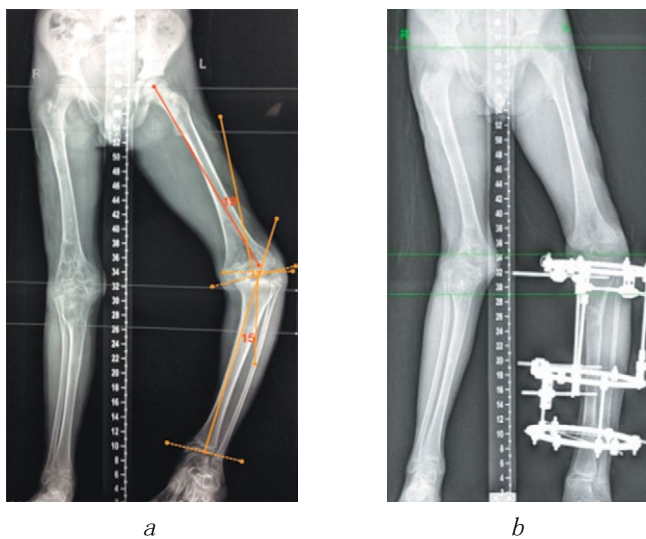


图 9. K. 病人左下肢畸形矫正前 (a) 和间 (b) 下肢的X线片

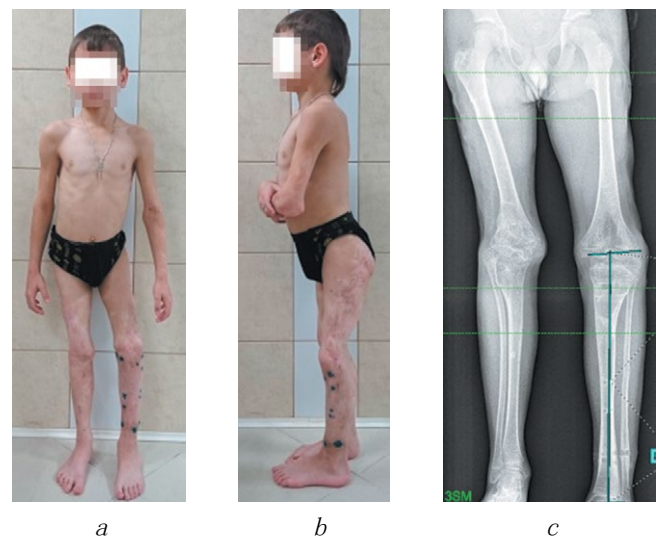


图 10. K. 病人在治疗结束后的下肢照片 (a、b) 及X线片 (c)。右膝外翻畸形复发，左膝关节残留内翻畸形



复发，我们在本患者中观察到这一点（见图10）。因此，有必要对患者进行定期的动态监测，直至骨生长结束，以便对肢体节段的形状和长度进行可能的手术矫正。

## 结论

儿童脑膜炎球菌血症除了对身体各器官和系统造成损伤外，还会对长骨的生长区域造成多种损害，并导致肌肉骨骼系统的解剖学和功能状态遭到严重破坏。骨生长带功能终止所引起的临床表现的严重程度取决于儿童患广泛脑膜炎球菌感染的年龄、生长带功能活动的潜力以及其损害的性质。为了矫正和预防未达到骨成熟的患者肢体畸形的复发，建议采用联合治疗方法。

## 附加信息

**资金来源。** 这项研究没有财政支持或赞助。

**利益冲突。** 作者声明本篇文章的发表方面不存在明显或潜在的利益冲突。

**伦理审查。** 该研究是根据The World Medical Association The Declaration of Helsinki 标准进行的，该宣言由联邦国家预算机构Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics 的地方伦理委员会俄罗斯卫生部批准（2018年11月27日第4号记录）。

病人（其代表）同意处理及公布个人资料。

## 作者贡献

*Yu. E. Garkavenko* — 负责研究的概念和设计，数据分析，材料处理，稿件编辑。

*A. M. Khodorovskaya* — 负责文学评论，撰写文章正文。

*E. V. Melchenko, B. H. Dolgiev* — 负责收集和整理资料。

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. Петрушина А.Д., Мальченко Л.А., Кретицина Л.Н., и др. Неотложные состояния у детей. – М.: Медицинская книга, 2002. [Petrushina AD, Mal'chenko LA, Kretinina LN, et al. Neotlozhnye sostoyaniya u detey. Moscow: Meditsinskaya kniga; 2002. (In Russ.)]
2. Скрипченко Н.В., Вильниц А.А. Менингококковая инфекция у детей. Руководство для врачей. – СПб.: Тактик-Студио, 2015. [Skripchenko NV, Vil'nits AA. Meningokokkovaya infektsiya u detey. Rukovodstvo dlya vrachev. Saint Petersburg: Taktik-Studio; 2015 (In Russ.)]
3. Менингококковая инфекция у детей (эпидемиология, клиника, диагностика, терапия и профилактика): Методические рекомендации / под ред. Ю.В. Лобзина. – СПб., 2009. [Meningokokkovaya infektsiya u detey (epidemiologiya, klinika, diagnostika, terapiya i profilaktika): Metodicheskie rekomendatsii. Ed. by Y.V. Lobzin. Saint Petersburg; 2009. (In Russ.)]
4. Скрипченко Н.В., Иванова М.В., Вильниц А.А., Скрипченко Е.Ю. Нейроинфекции у детей: тенденции и перспективы // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2016. – Т. 61. – № 4. – С. 9–22. [Skripchenko NV, Ivanova MV, Vilnits AA, Skripchenko EY. Neuroinfections in children: Tendencies and prospects. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2016;61(4):9-22. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2016-61-4-9-22>.
5. Barre PS, Thompson GH, Morrison SC. Late skeletal deformities following meningococcal sepsis and disseminated intravascular coagulation. *J Pediatr Orthop*. 1985;5(5):584-588. <https://doi.org/10.1097/01241398-198509000-00016>.
6. Wick JM, Krajbich I, Kelly S, Dewees T. Meningococemia: the pediatric orthopedic sequelae. *AORN J*. 2013;97(5):559-578. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2013.03.005>.
7. Monsell F. The skeletal consequences of meningococcal septicaemia. *Arch Dis Child*. 2012;97(6):539-544. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2011-301295>.

8. Patriquin HB, Trias A, Jecquier S, Marton D. Late sequelae of infantile meningococemia in growing bones of children. *Radiology*. 1981;141(1):77-82. <https://doi.org/10.1148/radiology.141.1.7291546>.
9. Fernandez F, Pueyo I, Jimenez JR, et al. Epiphyseotaphyseal changes in children after severe meningococcal sepsis. *AJR Am J Roentgenol*. 1981;136(6):1236-1238. <https://doi.org/10.2214/ajr.136.6.1236>.
10. Nectoux E, Mezel A, Raux S, et al. Meningococcal purpura fulminans in children. II: Late orthopedic sequelae management. *J Child Orthop*. 2010;4(5):409-416. <https://doi.org/10.1007/s11832-010-0285-3>.
11. Bache CE, Torode IP. Orthopaedic sequelae of meningococcal septicemia. *J Pediatr Orthop*. 2006;26(1):135-139. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000187991.71645.e7>.
12. Canavese F, Krajbich JI, LaFleur BJ. Orthopaedic sequelae of childhood meningococemia: management considerations and outcome. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(12):2196-2203. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01468>.
13. Santos E, Boavida JE, Barroso A, et al. Late osteoarticular lesions following meningococemia with disseminated intravascular coagulation. *Pediatr Radiol*. 1989;19(3):199-202. <https://doi.org/10.1007/bf02388656>.
14. Edwards TA, Bowen L, Bintcliffe F, et al. The orthopaedic consequences of childhood meningococcal septicaemia. *J Meningitis*. 2017;01(02). <https://doi.org/10.4172/2572-2050.1000109>.
15. Grogan DP, Love SM, Ogden JA, et al. Chondroosseous growth abnormalities after meningococemia: a clinical and histopathological study. *J Bone Joint Surg Am*. 1989;71A(6):920-928.
16. Robinow M. Skeletal lesions following meningococemia and disseminated intravascular coagulation. *Am J Dis of Child*. 1983;137(3):279. <https://doi.org/10.1001/archpedi.1983.02140290065017>.
17. Park DH, Bradish CF. The management of the orthopaedic sequelae of meningococcal septicaemia. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93-B(7):984-989. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.93b7.26128>.
18. Appel M, Pauleto AC, Cunha LAM. Osteochondral sequelae of meningococemia: radiographic aspects. *J Pediatr Orthop*. 2002;22:511-516.
19. Belthur MV, Bradish CF, Gibbons PJ. Late orthopaedic sequelae following meningococcal septicaemia. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87-B(2):236-240. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.87b2.14827>.

### Information about the authors

**Yuriy E. Garkavenko** — MD, PhD, D.Sc., Professor of the Chair of Pediatric Traumatology and Orthopedics, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; Leading Research Associate of the Department of Bone Pathology, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-9661-8718>. E-mail: [yurijgarkavenko@mail.ru](mailto:yurijgarkavenko@mail.ru).

**Alina M. Khodorovskaya** — MD, scientific associate of Physiology and Biomechanics Research Laboratory, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-2772-6747>. E-mail: [alinamyh@gmail.com](mailto:alinamyh@gmail.com).

**Bagauddin H. Dolgiev** — MD, Orthopedic and Trauma Surgeon of the Department of Bone Pathology, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-2184-5304>. E-mail: [dr-b@bk.ru](mailto:dr-b@bk.ru).

**Evgeniy V. Melchenko** — MD, PhD, scientific associate of the Department of Foot Pathology, Neuroorthopedics and Systemic Diseases, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-1139-5573>. E-mail: [emelchenko@gmail.com](mailto:emelchenko@gmail.com).