

# 大转子骨突术在儿童髋关节病变综合治疗中的应用 (初步结果分析)

## TROCHANTERIC EPIPHYSIODESIS IN COMPLEX TREATMENT OF CHILDREN WITH HIP PATHOLOGY: ANALYSIS OF PRELIMINARY RESULTS

© I.Yu. Pozdnikin, V.E. Baskov, D.B. Barsukov, P.I. Bortulev,  
E.A. Kostomarova, Kh.D. Imomov

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

■ For citation: Pozdnikin IYu, Baskov VE, Barsukov DB, et al. Trochanteric epiphysiodesis in complex treatment of children with hip pathology: Analysis of preliminary results. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2020;8(3):249-258. <https://doi.org/10.17816/PTORS33942>

Received: 29.04.2020

Revised: 15.07.2020

Accepted: 24.08.2020

**论证:** 大转子肥大是髋关节各种疾病中最常见的股骨近端畸形之一。

**目的**研究大转子骨突术后股骨近端生长的动力学，并确定在儿童髋关节病理复杂治疗中应用该技术的选择。

**材料与方法。**分析了43例（52个关节）4至12岁出现大转子高位的患者的检查和手术治疗结果。采用临床和放射学研究方法。外科治疗提供了一种永久性的大转子骨突术，采用金属结构固定。

**结果。**手术干预可使干预侧大转子的生长平均减慢50% ( $p < 0.05$ )。与此同时，受累侧及对侧颈骨干角值无根本变化 ( $p < 0.05$ )。

**结论。**中度破坏股骨头骨骺生长带的功能，大转子骨突术可防止进展，在某些情况下，还可以矫正髋关节的紊乱比例，从而避免更大的手术干预。

**关键词:** 髋关节；股骨头缺血性坏死；大转子肥大；大转子骨盆撞击综合征；关节转子间距；大转子骨突术；儿童。

**Background.** The relative overgrowth of the greater trochanter is one of the most common deformities of the proximal femur in association with several disorders of the hip joint.

**Aim.** To analyze the dynamics of proximal femoral growth after trochanteric epiphysiodesis as well as to determine the options for using this method in the complex treatment of children with hip pathology.

**Materials and methods.** We analyzed the data of clinical and radiological examinations and surgical treatment (permanent trochanteric epiphysiodesis with metal fixation) outcomes for 43 (52 joints) patients aged 4–12 years with a developing high position of the greater trochanter.

**Results.** The surgery enabled slowing down of the growth of the greater trochanter on the side of intervention by (average) 50% ( $p < 0.05$ ), although the values of the neck-shaft angle both on the affected side and the side opposite to it did not change ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion.** In moderate disorders of the growth plate of the femoral head epiphysis, trochanteric epiphysiodesis can prevent the progression and, in some cases, correct disturbed ratios of the hip joint, thereby avoiding the need for larger surgical interventions.

**Keywords:** hip joint; avascular necrosis; relative overgrowth of the greater trochanter (ROGT); trochanteric–pelvic impingement (TPI); articulo-trochanteric distance; trochanteric epiphysiodesis; children.

股骨颈部和头部的破坏生长区域的功能，导致所谓的大转子肥厚（从英语—relative overgrowth of the greater trochanter—ROGT），是髋关节最常见的畸形之一[1-3]。这导致了臀大肌功能障碍、髋关节活动受限等步态障碍，并发展为大转子骨盆撞击综合征（从英语—trochanteric-pelvic impingement—TPI）和髋关节骨关节炎[2-5]。对于这种股骨近端畸形的治疗，目前采用的是等着看的方法。对于10-13岁以上儿童髋关节比值形成障碍的病例，采用经典的矫形截骨术和采用Vo-Lyami法进行大转子转位手术[6-8]。然而，国外文献越来越倾向于早期排除关节外和关节内撞击综合征的原因，以防止青壮年髋关节骨关节炎的发生和发展[9]。

近年来，考虑到儿童的自然生长潜力，通过影响骨骼生长区域，微创技术已经发展成为控制畸形矫正的技术。它们已经证明了其有效性，在儿童矫形术中得到越来越多的应用，特别是在矫正下肢的角度畸形和错位方面[10-13]。在外国文献中，有报道说，在Perthes病患者中进行大转子骨突术，例如，在行股骨内翻矫正截骨术后，以防止大转子的高位置。作者注意到在运动范围和肌肉力量方面有统计学上显著的增加[14-18]。

在俄语文学中，我们没有发现使用这种技术的描述在一个独立的版本或在一个复杂的手术治疗儿童的预防和通过影响大转子生长区而使其出现高位髋关节疾病的治疗。根据文献和我们自己的观察，在先天性髋关节脱位保守治疗后导致的头部无菌性坏死以及败血性关节炎的后果中，最常看到大转子的最高位置[1, 3, 8]。

**目的**研究大转子骨突术后股骨近端生长的动力学，并确定在儿童髋关节病理复杂治疗中应用该技术的选择。

## 材料与方法

对43例（52个关节）4—12岁因髋关节各种疾病出现大转子高位的患者进行了检查和手术治疗。所有患者均有股骨头颈部骨组织结构改变，根据Kalamchi分类，对应II-IV型缺血性病变。

按疾病分类学的病人分布如下。

1. 股骨头缺血性坏死（保守治疗髋关节发育不良及先天性髋关节脱位的并发症）为21例（48.8%）患者。
2. 血原性骨髓炎（感染性关节炎）的后果为12名儿童（27.9%）。
3. Perthes病合并骨骺损害为10例（23.3%）患者。

女孩占62.8%（27名儿童），男孩占37.2%（16名儿童）。观察时间为6至39个月。患儿手术时平均年龄为 $8.7 \pm 2.4$ 岁。所有患者（52个关节）都接受了外科治疗—大转子骨突术。31例为独立手术，21例为联合骨盆腔重建干预（根据Salter的髌骨骨盆截骨，骨盆三联截骨）。

在我们的研究中，使用了永久性的大转子骨突术；采用带螺钉的八形钢板或带垫圈的皮质螺钉进行固定。

**入选标准：**出现股骨近端畸形，大转子位置较高，其尖端位于股骨头中心上方，上极下方；股骨颈结构改变，并缩短；干预时大转子的功能生长区；以前没有接受过外科治疗的患者。

**排除标准：**检查时以髋关节脱位的形式破坏髋关节对比；股骨颈内翻畸形（颈骨干角 $<120^\circ$ ）、股骨扭转畸形，破坏髋关节稳定性的患者；手术干预、

损伤、佝偻病、类风湿关节炎的后果患者；患有神经系统疾病和骨骼系统发育不良的患者。

**研究方法：**临床研究（评估主诉、了解病史）及X线检查。利用统计方法对所得数据进行处理，包括算术平均值（ $M$ ）的估计和平均值（ $m$ ）的平均误差。组内分析采用非参数Wilcoxon检验，第一种方法的误差概率小于为5%（ $p < 0.05$ ）。

## 临床检查

在我们的样本中，患者的临床表现不明显，因为没有破坏髋关节的稳定性。允许在下肢承受轴向载荷的患者（Perthes病患者除外）有患肢轻微跛行的步态障碍，投诉极少或根本没有。单侧病变的典型临床表现为肢体缩短（ $0.6 \pm 0.4$  cm）；髋关节的活动范围没有改变。在9名（20.9%）儿童中，发现了弱阳性的特伦德伦堡症状。

## X射线检查

为了分析股骨近端的解剖改变，我们研究了从骨盆直位（正位）和四肢中立旋转的X线片显示股骨头和大转子在额平面的比例的影像学指标。这些指标为：a) 关节转子间距（从英文—articulo-trochanteric distance — ATD）—大转子顶端至股骨头上极的距离（mm）；b) 转子间距离（从英文—trochanter-to-trochanter distance — TTD）—沿平行于股骨解剖轴的线从大转子顶端到小转子中部的距离（该指标反映了大转子的生长，而不依赖于骨骺的生长）；c) 小转子到股骨头上极的距离（从英文—lesser trochanter-to-articular surface distance — LTA），该指标反映骨骺和股骨颈的生长情况，不依赖于大转子的生长情况。计算在Philips Intelli Space PACS DCX v. 3.2中进行，按照I. Yu. Pozdnykin等人（2019）文章中描述的[1]。

## 手术治疗指征

当儿童髋关节X线直接投射的大转子顶端位置高于股骨头中心时，但未超过其上极水平，大转子和骨骺有功能生长区，颈骨干角至少为120度，考虑手术适应症。

31例大转子骨突术患者接受独立的大转子手术。股骨头覆盖不足（骨覆盖程度小于3/4；Wiberg角在10度或以下），除大转子骨突术外，进行了重建关节的骨盆部分—按Salter骨盆截骨术或骨盆三联截骨术（21个关节）。在Perthes病的患者，进行骨盆截骨术，以确保出现挤压半脱位的髋关节的控制治疗原则（containment therapy）。ATD指标为负值的大转子顶端位于头上极水平以上，且颈骨干角不小于120°时，出现髋关节外展受限，并Trendelenburg症状呈阳性，这是导致步态障碍的原因，因此建议沿腿行大转子转位和/或股骨矫正按Vo-Lyami的截骨术。这些患者被排除在研究之外。

## 外科干预技术

在进行大转子骨突术并联合盆腔截骨时，采用阔筋膜张肌（*m. tensor fascia lata*）和臀中肌（*m. gluteus medius*）之间的外侧角通道进入髋关节。独立行大转子骨突术时，在大转子突出处沿大腿外侧切开皮肤和皮下组织，切口长4-5厘米。紧靠大转子生长带上方，对股骨阔筋膜进行线性解剖，对股外侧肌（*m. vastus lateralis*）进行交叉解剖。在大转子生长区可见。用骨凿子或电锯锯在股骨大转子和股骨干骺端骨块过渡边缘，沿外侧10×10mm大小，1.5-2.0 mm厚的股骨骨干取出自体骨移植。用直径2.5 mm的钻头破坏大转子的生长区，钻头从股骨外侧、前、后外侧面到深度5-10 mm，但不穿透到转子窝。将先前获得的自体移植植物插入所得到的舒张。

在生长区破坏前，为避免术后大转子移位、卧床休息或使用其他运输工具，大转

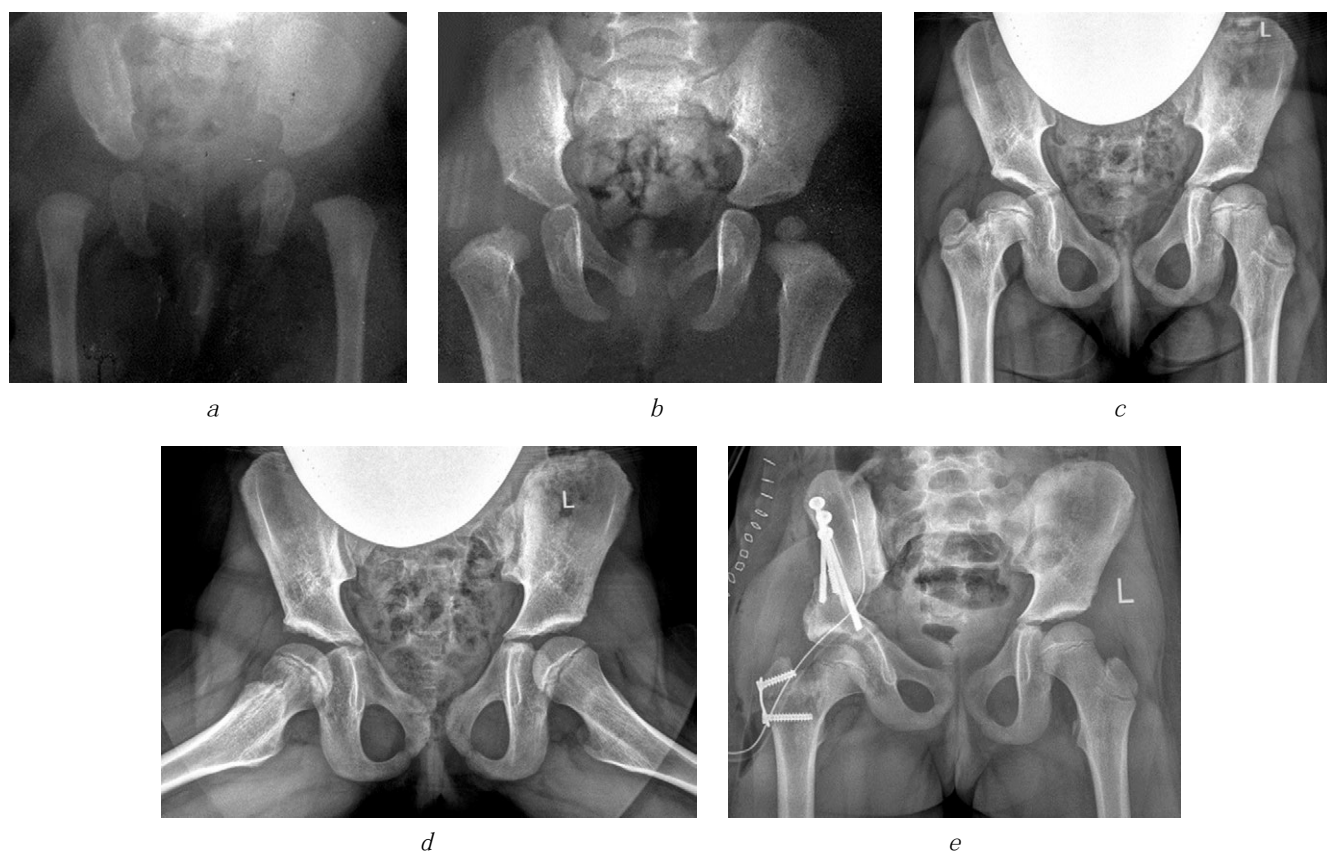


图1 U. 患者(7岁)的射线照片。诊断:《右髋关节先天性脱位, 保守治疗后残余髋臼发育不良, 股骨头无菌性坏死的意义—股骨颈缩短, 变形形成Kalamchi II型和大转子高位》: a—4个月大的时候; b—1岁时; c, d—手术前, 7岁时; e—术后立即行髂骨截骨术, 并右侧的大转子骨突术后

子用带螺钉的八形钢板或带垫圈的皮质螺钉固定在股骨上。从股骨外侧表面安装八形钢板, 从大转子上外侧向平行于股骨转子间线的小转子缠绕皮质螺钉(图1, 2) [19]。

在术后阶段, 在独立进行大转子骨突术后, 平均在手术后3-5天允许无支撑的控制性步行。

## 结果

治疗结果观察39个月。手术后的临床表现并没有根本改变。跛行和Trendelenburg症状的严重程度没有增加。所有病例均无并发症发生。在对患者的动态观察过程中发现, 大转子骨突术后, 平均在术后2-4个月出现大转子生长带水平的部分滑膜病征

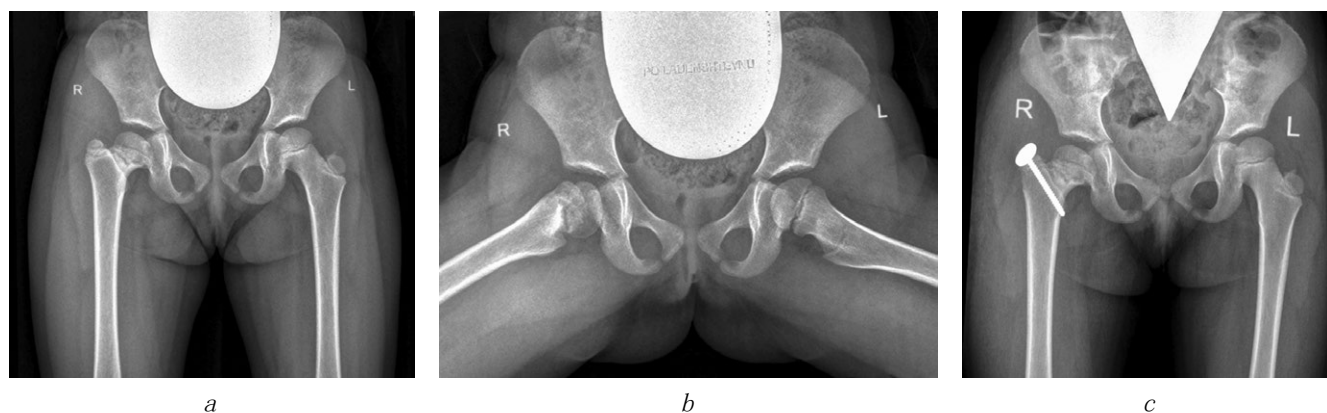


图2 G. 患者(4岁)的射线照片。诊断:《髋关节败血症性关节炎的后果—右侧大转子出现高位, 股骨颈多平面畸形, 骨骺后侧偏心生长》: a, b—手术前; c—立即在右侧大转子骨突术后

手术治疗前及术后12-39个月健康及患病髋关节放射学参数平均值

指标	髋关节			
	手术前		术后12-39个月	
	受伤关节	健康关节	受伤关节	健康关节
ATD (M ± SD), mm	10.01 ± 5.84	16.07 ± 5.09**	11.35 ± 6.88	15.58 ± 4.99
TTD (M ± SD), mm	41.19 ± 4.48	40.74 ± 5.77	46.26 ± 2.68*	50.74 ± 6.92
LTA (M ± SD), mm	51.20 ± 7.63	56.80 ± 7.63	57.61 ± 7.98*	66.32 ± 6.96
CDA (M ± SD), 度	135.20 ± 3.56	138.60 ± 9.96	133.40 ± 5.73	136.80 ± 8.93

注：ATD—大转子顶端至股骨头上极的距离；TTD—沿平行于股骨解剖轴的线从大转子顶端到小转子中部的距离；LTA—小转子到股骨头上极的距离；CDA—颈骨干角；\*患髋关节治疗前后TTD、LTA值差异有统计学意义 ( $p < 0.05$ )；\*\*ATD指数在正常和病理情况下差异有统计学意义 ( $p < 0.05$ )。

象一骨桥的形成。考虑到大转子生长速度相对较低，我们研究了13例患者治疗的中期放射学结果。这些患者是单侧病变，以前没有做过髋关节手术，观察期至少12个月。相反的未受影响的髋关节用于指标的比较。因此，我们的样本中受伤和健康髋关节的数量为13。表中列出了股骨近端的放射学参数。

以健康髋关节观察开始时TTD指标与观察结束时TTD指标之差以毫米计算观察期间大转子正常生长情况。

大转子生长迟缓以毫米和百分比计算，作为术后观察期间健康髋关节（正常生长）与患侧的TTD之差。

从表中可以看出，患侧ATD的初始值明显小于健康侧 ( $p < 0.05$ )。在观察期间，主组和对照组的ATD参数基本保持不变。各指标间的差异也未发生变化，即大转子顶端相对于头上极无进行性移位。与此同时，健康关节与患关节的大转子正常生长平均值（TTD指标）一开始并无差异，也就是说，患侧大转子的生长没有受到侵犯。术后观察期间，健康髋关节TTD指数升高 $10.0 \pm 5.5$  mm，患侧TTD指数升高 $5.08 \pm 4.1$  mm。因此，根据TTD指标的动态变化，可以得出手术治疗可使大转子的生长减慢49.3% ( $p < 0.05$ )。在观察期间，干预侧和对侧的颈椎骨角值均无根本变化，动态差异不超过0.9% ( $p > 0.05$ )（图3）。

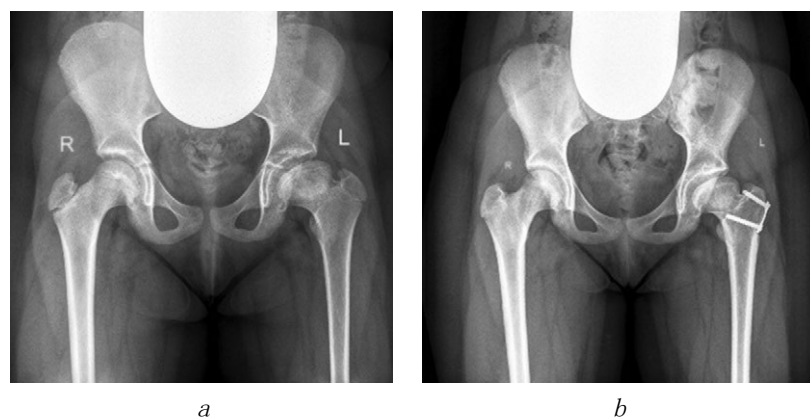


图3 K. 患者（9岁）的射线照片。诊断：《左侧Perthes病恢复期》：  
a—术前；b—大转子骨突术2.5年后

## 讨论

生长过程中大转子高位的形成是股骨近端残存的畸形的的主要问题之一。根据Kalamchi分类,这种疾病发生在II-IV型股骨近端缺血性坏死后。问题的实质不仅在于股骨颈的生长受到破坏,还在于生长过程中出现的不平衡—破坏了股骨头、股骨颈和大转子之间的正常解剖关系。由于臀肌附着点的集中,这会导致臀肌力量减弱,从而导致步态的紊乱。大转子与髌骨距离的进一步缩小导致髌关节外展和旋转受限,发展为大转子和骨盆冲突,以及疼痛综合征[1, 20-23]。

作为这项工作的一部分,我们希望关注大转子出现的高位置问题,并探索影响这一过程的可能性。我们认为,目前对这些疾病采取观望的方法,在10-13年后进行大转子转位手术并不理想,原因有很多。

1. 臀肌附着点的会聚导致它们的长度和力量逐渐下降。未来大转子转位手术后,臀肌明显过伸会对其功能产生负面影响。
2. 大转子基部髌臼软骨边缘的慢性损伤及其肥大是导致髌臼进展的原因之一。
3. 多年来,患者有一个与髌关节生物力学变化相关的病理步态刻板印象。
4. 重建手术干预包括大转子或股骨截骨是相当创伤的,并伴有术后长期排除肢体轴向负荷。

A. Langenskiöld和P. Salenius (1967) [24]首次提到了阻断大转子的生长区。在现代外国文学中,有关于这个问题的单独出版物,它们致力于治疗儿童Perthes病[14-18]。特别是, A. J. Matan等人(1996)和K. S. Kwon等人(2017)联合使用大转子骨

突术和矫正(曲张)髌截骨术来预防上述疾病[15, 25]。一般来说,在Perthes病儿童的综合治疗中,减缓大转子生长的有效性仍存在争议[13, 26]。

大转子生长区有两种不同的外科干预方法:完全破坏大转子生长区和功能抑制,即暂时阻断。根据我们的观察和文献资料,正常的大转子每年生长约2 mm[1, 16]。还应考虑到大转子的整体生长和TTD指数的变化,不仅是由于它的生长区,而且是由于从大转子软骨模型中心到周围的附着形成。根据我们的资料,大转子骨突术可以使其生长减慢约50%,这与文献资料一致[18, 24]。在这方面,对已有股骨颈生长障碍进行暂时性的大转子骨突术,很可能无法提供应有的矫正效果[27]。在我们看来,在保持骨骺生长区的功能的同时,对轻度和中度疾病的学龄前儿童进行永久性的大转子骨突术,可以获得最大的手术效果。

对这一问题的进一步研究将使我们能够制定使用这种低创伤干预的更明确的指示,从而防止发展和进展,在某些情况下,还确保髌关节畸形比例的矫正,并避免更大的手术干预—大转子转位或髌关节矫正截骨术。

## 研究的局限性

1. 术后观察时间短。通过观察孩子直到其成长结束,可以获得最完整的信息。
2. 为了更准确地评估病变,建议考虑更多的同一病种组的患者,以及对患者组进行年龄区分。

## 结论

进行永久性大转子骨突术可使其生长平均减慢50%。与临时不同的是,它可以让在短时间内得到想要的效果,而无需等待八形

板的螺丝发生动应力。用带垫圈的皮质螺钉固定大转子，可在干预期间立即对其生长区进行压缩。根据所述方法对大转子进行大转子骨突术时，我们在观察期间未发现颈骨干角有明显变化。显然，这是由于在手术中股骨粗隆窝没有血管损伤，因为钻头对生长带的破坏到一定的深度，排除了它们的损伤。

## 附加信息

**资金来源。**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，编号为AAAA-A18-118122690158-2。

**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。**该研究是根据世界医学协会修订的联邦卫生部《赫尔辛基宣言》的伦理标准进行的，并得到了联邦国家预算机构伦理委员会National medical research center of pediatric traumatology and orthopedics named after G. I. Turner的俄罗斯卫生部的批准（2020年04月27日第20-1号记录）。患者代表签署了一份知情同意书，同意在没有识别的情况下发表数据。

## 作者贡献

*I. Yu. Pozdnykin* — 负责开发研究概念和设计。资料收集与分析，文献分析，手术治疗。负责写文章的所有部分。

*V. E. Baskov, D. B. Barsukov, P. I. Bor-tulev* — 负责文章分期编辑，手术治疗患者。

*E. A. Kostomarova, H. D. Imomov* — 负责材料的收集和分析。

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. Поздныкин И.Ю., Басков В.Е., Барсуков Д.Б., и др. Гипертрофия большого вертела и вертельно-тазовый импинджмент-синдром у детей (причины формирования, рентгеноанатомическая характеристика) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2019. – Т. 7. – № 3. – С. 15–24. [Pozdnykin IY, Baskov VE, Barsukov DB, et al. Relative overgrowth of the greater trochanter and trochanteric-pelvic impingement syndrome in children: causes and x-ray anatomical characteristics. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery*. 2019;7(3):15-24. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/PTORS7315-24>.
2. Schneidmueller D, Carstens C, Thomsen M. Surgical treatment of overgrowth of the greater trochanter in children and adolescents. *J Pediatr Orthop*. 2006;26(4):486-490. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000226281.01202.94>.
3. Соколовский О.А., Ковальчук О.В., Соколовский А.М., и др. Формирование деформаций проксимального отдела бедра после аваскулярного некроза головки у детей // Новости хирургии. – 2009. – Т. 17. – № 4. – С. 78–91. [Sokolovskiy OA, Kovalchuk OV, Sokolovskiy AM, et al. Formirovaniye deformatsiy proksimal'nogo otdela bedra posle avaskulyarnogo nekroza golovki u detey. *Novosti khirurgii*. 2009;17(4):78-91. (In Russ.)]
4. Kelikian AS, Tachdjian MO, Askew MJ, Jasty M. Greater trochanteric advancement of the proximal femur: a clinical and biomechanical study. *Hip*. 1983;77-105.
5. Stevens PM, Coleman SS. Coxa breva: its pathogenesis and a rationale for its management. *J Pediatr Orthop*. 1985;5(5):515-521.
6. Фридланд М.О. Ортопедия. – М.: Медгиз, 1954. – 361 с. [Fridland MO. *Ortopediya*. Moscow: Medgiz; 1954. 361 p. (In Russ.)]
7. Оперативная хирургия с топографической анатомией детского возраста / под ред. Ю.Ф. Исакова, Ю.М. Лопухина. – М.: Медицина, 1977. [Operativnaya khirurgiya s topograficheskoy anatomiyey detskogo vozrasta. Ed. by Y.F. Isakov, Y.M. Lopukhin. Moscow: Meditsina; 1977. (In Russ.)]
8. Краснов А.И. Многоплоскостные деформации проксимального отдела бедренной кости у детей и подростков после консервативного лечения врожденного вывиха бедра (диагностика, лечение) // Травматология и ортопедия России. – 2002. – № 3. – С. 80–83. [Krasnov AI. Mnogoploskostnyye deformatsii proksimal'nogo otdela bedrennoy kosti u detey i podrostkov posle konservativnogo lecheniya vrozhden-nogo vyvikhha bedra (diagnostika, lechenie). *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2002;(3):80-83. (In Russ.)]
9. Leunig M, Ganz R. The evolution and concepts of joint-preserving surgery of the hip. *Bone Joint J*.

- 2014;96-B(1):5-18. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.96B1.32823>.
10. Stevens PM. Guided growth for angular correction: a preliminary series using a tension band plate. *J Pediatr Orthop*. 2007;27(3):253-259. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e31803433a1>.
  11. Моренко Е.С., Кенис В.М. Коррекция осевых деформаций коленного сустава у детей методом управляемого роста (обзор литературы) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2016. – Т. 4. – № 1. – С. 57–62. [Morenko ES, Kenis VM. Guided growth for correction of axial deformities of the knee in children: a literature review. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery*. 2016;4(1):57-62. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/PTORS4157-62>.
  12. Корж Н.А., Хмызов С.А., Корольков А.И., и др. Метод временного блокирования зон роста при лечении деформаций нижних конечностей у детей // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2013. – № 2. – С. 114–121. [Korz NA, Khmyzov SA, Korol'kov AI, et al. Metod vremennogo blokirovaniya zon rosta pri lechenii deformatsiy nizhnikh konechnostey u detey. *Ortop Travmatol Protez*. 2013;(2):114-121. (In Russ.)]
  13. Burghardt RD, Herzenberg JE. Temporary hemiepiphyseodesis with the eight-plate for angular deformities: mid-term results. *J Orthop Sci*. 2010;15(5):699-704. <https://doi.org/10.1007/s00776-010-1514-9>.
  14. Gage JR, Cary JM. The effects of trochanteric epiphyseodesis on growth of the proximal end of the femur following necrosis of the capital femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg Am*. 1980;62(5):785-794.
  15. Matan AJ, Stevens PM, Smith JT, Santora SD. Combination trochanteric arrest and intertrochanteric osteotomy for Perthes' disease. *J Pediatr Orthop*. 1996;16(1):10-14. <https://doi.org/10.1097/00004694-199601000-00003>.
  16. McCarthy JJ, Weiner DS. Greater trochanteric epiphyseodesis. *Int Orthop*. 2008;32(4):531-534. <https://doi.org/10.1007/s00264-007-0346-5>.
  17. Shah H, Siddesh ND, Joseph B, Nair SN. Effect of prophylactic trochanteric epiphyseodesis in older children with Perthes' disease. *J Pediatr Orthop*. 2009;29(8):889-895. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3181c1e943>.
  18. Stevens PM, Anderson LA, Gililand JM, Novais E. Guided growth of the trochanteric apophysis combined with soft tissue release for Legg-Calve-Perthes disease. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2014;9(1):37-43. <https://doi.org/10.1007/s11751-014-0186-y>.
  19. Патент РФ на изобретение № 2676400/ 16.08.2017. Бюл. № 1. Поздникин И.Ю. Способ коррекции роста большого вертела при хирургическом лечении детей с некрозом головки бедренной кости. [Patent RUS N 2676400/ 16.08.2017. Byul. N 1. Pozdnikin IY. Sposob korrektsii rosta bol'shogo vertela pri khirurgicheskom lechenii detey s nekrozom golovki bedrennoy kosti. (In Russ.)]
  20. Bombelli R, Santore RF, Poss R. Mechanics of the normal and osteoarthritic hip. A new perspective. *Clin Orthop Relat Res*. 1984(182):69-78.
  21. Macnicol MF, Makris D. Distal transfer of the greater trochanter. *J Bone Joint Surg Br*. 1991;73(5):838-841.
  22. Bardakos NV, Vasconcelos JC, Villar RN. Early outcome of hip arthroscopy for femoroacetabular impingement: The role of femoral osteoplasty in symptomatic improvement. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(12):1570-1575. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B12.21012>.
  23. Leunig M, Ganz R. Relative neck lengthening and intracapsular osteotomy for severe Perthes and Perthes-like deformities. *Bull NYU Hosp Jt Dis*. 2011;69 Suppl 1:S62-67.
  24. Langenskiold A, Salenius P. Epiphyseodesis of the greater trochanter. *Acta Orthop Scand*. 1967;38(2):199-219. <https://doi.org/10.3109/17453676708989634>.
  25. Kwon KS, Wang SI, Lee JH, et al. Effect of greater trochanteric epiphyseodesis after femoral varus osteotomy for lateral pillar classification B and B/C border Legg-Calve-Perthes disease: A retrospective observational study. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(31):e7723. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000007723>.
  26. Van Tongel A, Fabry G. Epiphyseodesis of the greater trochanter in Legg-Calve-Perthes disease: The importance of timing. *Acta Orthop Belg*. 2006;72(3):309-313.
  27. Joo SY, Lee KS, Koh IH, et al. Trochanteric advancement in patients with Legg-Calve-Perthes disease does not improve pain or limp. *Clin Orthop Relat Res*. 2008;466(4):927-934. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0128-4>.

### Information about the authors

**Ivan Y. Pozdnikin\*** — MD, PhD, Research Associate of the Department of Hip Pathology. H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-7026-1586>. E-mail: [pozdnikn@gmail.com](mailto:pozdnikn@gmail.com).

**Vladimir E. Baskov** — MD, PhD, Head of the Department of Hip Pathology. H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-0647-412X>. E-mail: [dr.baskov@mail.ru](mailto:dr.baskov@mail.ru).



**Dmitry B. Barsukov** — MD, PhD, Senior Research Associate of the Department of Hip Pathology. H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-9084-5634>. E-mail: [dbbarsukov@gmail.com](mailto:dbbarsukov@gmail.com).

**Pavel I. Bortulev** — MD, Research Associate of the Department of Hip Pathology. H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-4931-2817>. E-mail: [pavel.bortulev@yandex.ru](mailto:pavel.bortulev@yandex.ru).

**Ekaterina A. Kostomarova** — MD, PhD student of the Department of Hip Pathology. H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-6898-3213>. E-mail: [ekaterina.kostomarova@mail.ru](mailto:ekaterina.kostomarova@mail.ru).

**Khisrav D. Imomov** — MD, PhD student of the Department of Hip Pathology. H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-5025-7689>. E-mail: [Kh.Imomov90@mail.ru](mailto:Kh.Imomov90@mail.ru).