



发育不良性髋关节疾病外科治疗中大转子骨折块固定技术的发展

DEVELOPMENT OF TECHNIQUES FOR GREATER TROCHANTER FRAGMENT FIXATION DURING SURGICAL TREATMENT OF THE DYSPLASTIC COXARTHROSIS

© I.A. Voronkevich, D.G. Parfeev, A.I. Avdeev

Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saint Petersburg, Russia

Received: 23.07.2018

Revised: 09.10.2018

Accepted: 10.12.2018

针对孤立性大转子骨折的专科文献极为罕见。然而，由于各种转子骨接合术在髋关节发育不良手术治疗中的应用，大转子固定方法得到了积极的发展。

本文对股骨近端解剖特征、全髋关节置换术中股骨大转子再附着的理论发展以及问题现状进行了分析。直到最近，人们还在通过大腿固定金属丝完成大转子骨接合术。2009年，首次有研究报告了在全髋关节置换术中使用固定板进行股骨转子骨接合术的病例。

目前，固定板对大转子的固定效果优于既往固定装置。然而，患者在板体固定骨折块后有时会出现更严重的大转子疼痛综合征。对已发表著作进行分析后证实，我们需要寻找一种更先进新型技术和装置，以便在髋关节发育不良外科治疗中使大转子重新附着于股骨。

关键词：大转子；髋关节发育不良；转子截骨术；骨接合术；关节成形术

Isolated fractures of the greater trochanter based on the sources of specialized literature on the subject are extremely rare. However, methods for fixing the greater trochanter are actively developed in connection with the use of various versions of trochanteric osteotomies in the surgical treatment of the dysplastic hip joint.

In this article, the anatomical features of the proximal femur, development of the ideas of reattachment of the greater trochanter in the course of total hip arthroplasty, as well as the current state of the problem, were examined. Until recently, patches were used that were fixed to the thigh using the aid of wires for osteosynthesis of a large trochanter. In 2009, studies initially reported on the use of locking plates for osteosynthesis of the trochanter in total hip arthroplasty.

Currently, greater trochanter fixation by locking plates shows the best results as previous fixation devices. However, patients sometimes experience greater trochanter pain syndrome after fixation fragment by plates. The analysis of the published works confirmed the relevance of the search for a new more advanced technique and a device for the reattachment of the greater trochanter to the femur in the surgical treatment of the dysplastic hip joint.

Keywords: greater trochanter; hip joint dysplasia; trochanteric osteotomy; osteosynthesis; arthroplasty.

前言

股骨近端骨折（PFF）被认为是一个全球性公共健康问题[1]。然而，孤立性大转子（GT）骨折（一种PFF）的发生率相对较低[2]。S.J. 金姆等人认为，由于PFF的临床表现不佳，且无症状，GT骨折的诊断难度较大[3]。阿尤布等人指出，直接损伤机制在老年患者中更为普遍，而间接损伤机制在青少年患者中最为常见。在间接损伤机制中，GT因腹侧臀肌收缩而发生扭伤性骨折[4]。

加拿大骨科医生G.E.阿姆斯特朗报道了第一例GT骨折临床病例，并对骨折的放射学形态和

损伤情况进行了详细描述[5]。在他的研究中，患者J.M.，33岁，于1906年11月3日在Monreal综合医院接受入院治疗。患者自诉右侧髋关节疼痛，活动范围受限。患者入院时的放射学检查结果如图1所示。

作者描述了症状，提出了诊断方案，并指出保守治疗的积极结果。在骨折块大量移位的情况下，保守方法通常不起作用；在这种情况下手术为首选治疗方法，即对受累GT骨折块行内固定骨折块术。相对较低的GT骨折发生率，发表经典研究的学者[5]对保守治疗效果的看法，阻碍了GT



图1 右髋关节正位x射线影像

骨接合术的发展,使得转子截骨术(OT)先一步用于髋关节置换术[6-8]。对于先天性关节脱位关节病患者而言,切除GT以接近髋关节,对GT固定的可靠性有非常高的要求,因为用于治疗扭伤性骨折的技术不能充分满足更加严格的新要求[9-11]。复杂关节置换术中应用的OT技术促进这一方向大力发展,使股骨GT固定最佳方法的确定及装置的研发取得了明显进展。

本研究旨在基于对GT固定相关文献的分析,结合骨接合术技术的发展趋势,对现代GT固定方法进行概述。此外,我们概述了在发育不良性髋关节手术中GT骨折块固定方法及设备的发展前景。

解剖学

在个体发育过程中,股骨从五个骨化点发育。原发骨化点为骨骨干,四个继发骨化点在不同时间出现在不同的骨中。需要注意的是,GT中任何一点的骨化作用在平均三岁时发生。股骨近端与股骨骨干完全融合发生在16-20岁[12]。

GT是大腿外展肌群和股骨旋转肌肌腱的固定部位(图2)[13-15]。

根据E. 戈蒂埃等人的研究,机体在保证GT血供的前提下,才会为旋股内侧动脉分支供血[16]。外国专科文献对GT神经分布解剖学方面以及在确定GT疼痛问题(GT疼痛综合征)解决方案方面进行了大量研究[17]。据报道,GT的单侧和双侧疼痛在女性病例的发生率分别为15%和8.5%,在男性病例的发生率分别为6.6%和1.9%[18, 19]。尤其需要注意的是,人们注意到转子区疼痛综合征与植入物(固定后的GT固定夹)的存在彼此相关。大多数研究者认为这种疼痛综合征是移除手术器械的适应症[20-22]。然而,GT区疼痛综合征发生的病因尚不清楚。B. 根特等人在解剖学研究中并未发现髂丛分支(即坐骨神经、臀上神经和臀下神经)与GT之间有任何可靠的联系[23]。然而,这无法排除GT与转子区域肌腱之间受压所带来的影响,移除手术器械效果也说明了这一点[9, 19, 20]。

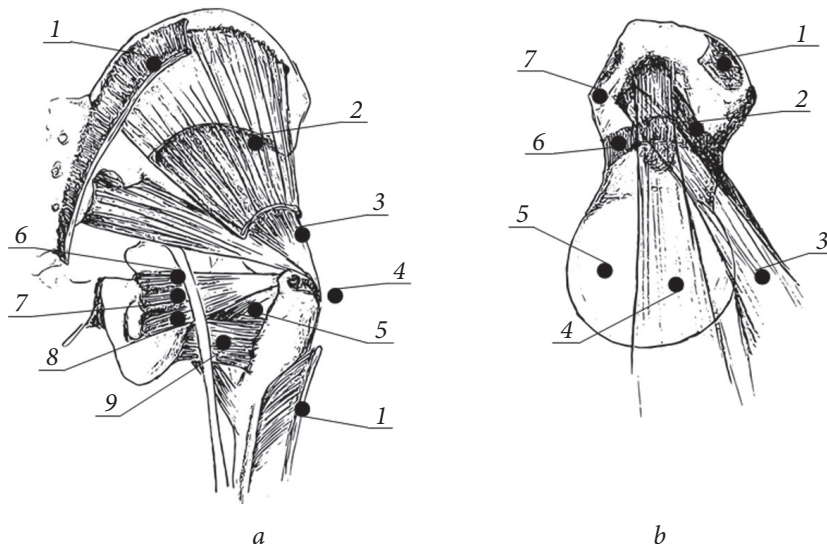


图2 股骨近端解剖结构: a—右侧髋关节后位: 1—背侧臀肌(修整); 2—腹侧臀肌(修整); 3—臀小肌; 4—臀前肌(附着部位); 5—闭孔外肌; 6—上孖肌; 7—闭孔内肌; 8—下孖肌; 9—坐骨神经; b—右侧髋关节俯视图: 1—臀小肌附着处; 2—闭孔外肌; 3—肌肉旋转肌腱; 4—梨状肌; 5—股骨头; 6—髋关节囊; 7—大转子前边缘(摘自《股骨近端骨及软组织手术相关解剖》. Orthop J Sport Med. 2014;2(6):1-9. <https://doi.org/10.1177/2325967114535188>的插图副本)。

大转子截骨术的发展

先天性髋关节脱位和GT固定可靠性提高引起的特殊问题,包括肢体缩短和髋关节旋转中心移位。先天性髋关节脱位患者的软组织可见脂肪垫增加,关节囊韧带装置延长,以及肌肉不对称。此外,由于生物力学障碍和长期疼痛综合征引起的负荷不足,先天性髋关节脱位患者常出现不同程度的骨质疏松。所有上述因素再加上髋关节及其外周软组织的形态学改变,成为了严重发育不良性髋关节疾病外科治疗的不利条件[24, 25]。即使对于经验丰富的外科医生,解剖结构的改变也会对手术的准确性造成障碍[26]。例如,髋关节置换术的创始人J. 查恩利(J. Charnley)提倡对PFF高脱位患者进行保守治疗,因为他认为“这种手术治疗太过危险”(1973)[27]。

为了取得良好的发育不良性髋关节疾病治疗效果,人们开发了各种OT变体[28]。这些技术可以预防神经损伤,部分恢复肢体长度[29],从而提高患者的生活质量[30]。

有专科文献报道了各种版本的OT和经转子截骨术,两者用于纠正儿童PFF畸形[31]。然而,单一性骨盆截骨术不排除术后患者有很大可能性出现复发性脱位[32]。考虑到OT实施水平的重要性,人们积极研发应用于术前规划的3D技术[33]。Blount的结构是目前纠正OT时修复PFF片段方面最受欢迎的装置;但它有几个缺点。当使用稳角板固定PFF骨折块时,Blount的结构在骨折块内侧化和头-颈-骨干初始规定角度方面不够灵活[34]。

患儿使用稳角板进行PFF固定的主要缺点是术后制动时间长,平均1.5至2个月。由于髋关节长期制动,骨及其外周软组织的营养不良状况可能会发生恶化[35]。

除了用标准OT对成人GT骨折畸形进行矫正,大转子滑移截骨术在髋关节置换术中得到了广泛的应用。1987年,A.H. 格拉斯曼等人[36]首次报道了大转子滑移截骨术在89个病例中的应用结果。大转子滑移截骨术可用于初次和翻修性髋关节置换术。大多数作者认为大转子滑移截骨术具有优势,可以在切除GT骨折块的同时保留股四头肌外附着点。这反而使得GT骨折块的固定更加稳定,因为它与大腿四头肌外侧GT骨折块上臀肌的位置是相对的,而且还可以保留GT供血[37]。

我们应特别留意大转子延长截骨术(ETO),这是翻修性髋关节置换术中最常用的方法[38]。ETO需要通过特殊工具修复GT片段。根据T.帕维

莱宁的研究,GT转位截骨术在技术和功能上均有效,因为它可以改变旋转中心和肢体长度,也可以使转子区肌肉紧张度恢复正常,使得肢体长度平均增加2至5厘米[39]。值得注意的是,使用两颗螺钉固定解剖的转子不存在问题。通过两枚加压螺钉固定进行截骨术后,100%病例的GT骨折块与股骨干骺端合并[40]。

通过截骨技术对发育不良髋关节进行手术治疗,取得了良好的疗效。然而,没有任何一项治疗是GT骨折块固定的金标准。这表明我们需要开发新GT骨接合术方法与装置。

大转子固定方法的演变

20世纪60年代初,J. 查恩利通过比较髋关节置换术中使用的不同缝合线缆,研究GT固定的疗效,最终提出了最先进的方法[41]。

查恩利先生提供了225例髋关节置换术的长期临床结果。这些手术采用了四种GT固定方法,即一根线缆、两根垂直线缆和两种不同位置的线缆钳系统[19]。在所有病例中,单纤维线缆法改善了髋关节功能;然而,有7%的病例(225例中有16例)没有合并完全。作者认为,在他提出的方法中,最有效的是通过两根线缆进行GT固定。

世界上几大顶级诊所运用了线缆缝合法。观察发现,使用单纤维线缆固定GT骨折块的失败率非常高[42]。最糟糕的结果见于M.A. 里特等人在1981年发表的研究,根据记录,在三年或三年以上的时间里,227例病例中有33.5%的病例未出现GT骨折块融合且发生二次移位。

1983年,达尔和A.W. 迈尔斯提出了解决髋关节置换术中GT骨折块固定不稳定的方法。他们开发了最初的多丝绞合钢丝,并将其与H型内嵌板(线缆钳系统)结合使用,固定GT骨折块(图3a)[44]。他们的研究取得了良好的结果。在321例临床病例中,固定工具丢失和结构破坏的发生率仅分别为1.5%和3.1%。

然而,M.A.里特等人(1991)采用D.M. 达尔和A.W. 迈尔斯提出的方法,在40例病例中,有32.5%的病例出现了装置断裂,37.5%的病例出现了粘附不良[42]。作者解释说,由于钢索与假体内钛股骨成分接触,产生了电流效应,进而使固定结构遭到损坏,因此不良结局发生率高。

1993年,T. 帕维莱宁等人提出的独创性技术,采用两枚加压螺钉进行100%固定(图3b)[45]。然而,使用相同技术的其他研究表明其成功率不高[1]。

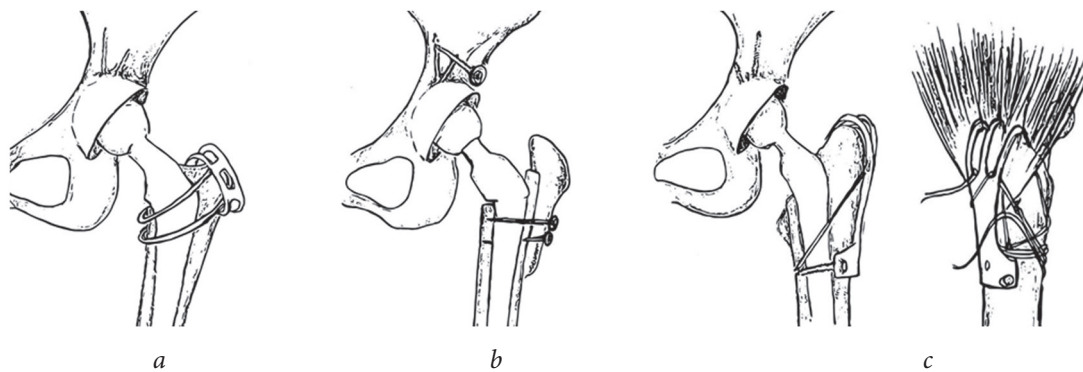


图3 用于大转子接骨的固定夹具： a—达尔-迈尔斯线缆钳系统（1983年）； b—蒂莫z帕维莱宁等人提出的技术（1993年）； c—由穆萨·哈马杜奇等人提出的用线缆环结合爪形板固定大转子的技术（2003年）

为了找到该问题的解决方案，研究人员开始寻求更复杂的技术。因此，在2001年，R.H. 艾默生等人[46]提出了GT骨折块骨接合术研究结果。他们利用一突起物把贴附物固定在内假体的股骨部分。在111例采用这一独创性设计的临床病例中，94%的病例疗效良好；然而，有13例（11.7%）存在结构不稳定的记录，但作者认为这并不影响粘附的质量。

尽管如此，这种方法在其他研究结果中并不成功。因此，M. 奇尔弗斯等人（2002）[47]临时制作了贴附物，用于GT区，并通过一个突起物将其固定到股骨内假体。结果有38%的病例未达到良好效果。29个病例中有9例（31%）GT区融合不全，7例（24%）GT骨折块移位明显。

来自法国的一个研究者团队[9]提出了一种治疗GT接骨后假关节治疗的新型定性设计。该器械由一块板子构成，其中近端配有3只爪形物，可以通过转子顶端进行表面抓握，不必将爪形物插入骨头中。与假体板类似，该板体通过两颗螺钉绕过假体腿固定在髋关节上，利用两根垂直排列的环扎电缆加强固定（图3c）。在使用该设计治疗后，在24例患者中，作者成功地使其中21例实现GT接合；其效果胜于单独使用环扎线缆。应注意该研究在GT骨折块与股骨近端骨床间骨接触质量评估方面采用的独创性方法。此外，作者认为，“优良”的结果指骨折块间没有空隙，“正常”（满意）的结果指空隙< 3毫米，“不良”（不满意）的结果指骨折块间分离≥3毫米[9]。

在联合ETO与异质成形术的翻修性关节置换术中，通过该结构重复GT骨接合术后，失败频率为55%（20例中有11例）[48]。因此，虽然GT固定板中的爪形物、两颗螺钉和内假体环扎具有实质

性的吸引力，但不足以解决问题。但不排除在掌握（仅20例）新技术阶段存在技术性错误。

由于关于该贴附物的想法很有吸引力，其结构性质具有发展前景，研究人员对设备进行了改进，并为临床应用寻找最佳技术手段。

因此，第三代线缆钳系统和髓外线缆环切固定（图4a）使髋关节功能良好，Harris评分增加，术后后期平均分从47分提高到92分。31例患者中仅有3例无GT区接合[20]。使用Accord Cable Plate系统的研究表明[49]，所有（47例）患者在平均57个月的随访期内，固定装置的稳定性均未遭到破坏。该装置及其相关技术已在整个髋关节上显示出足够优良的功能效果，仅两例无GT接合。然而，我们有必要强调手术技术的复杂性。这种复杂性体现在确定线缆位置的准确性，且需要使用特殊装置控制线缆张力。如无该设备，使用贴附物及环扎线缆联合方法时可能导致固定物失去稳定性[10]。

现代大转子骨折块固定方法

髓外元件式GT固定技术的发展，使相对较多的病例有较佳的临床结局。固定夹技术开始对转子使用有效的握把（爪形物），可以明显注意到的是，板体应该通过螺钉连接股骨，绕过假体内腿。然而，随着稳角结构的出现，这些装置可以用于GT最佳固定夹具的制造。

目前存在各种高质量GT固定方法、技术和设备。或者，还可以使用根据D.M. 达尔和A.W. 马尔斯的想法进行改进的方法[44]，即在贴附物的基础上改进髓外固定方式。此外，还有一些方法根据的是使用假体周围板结构和GT固定稳角元素的尝试。

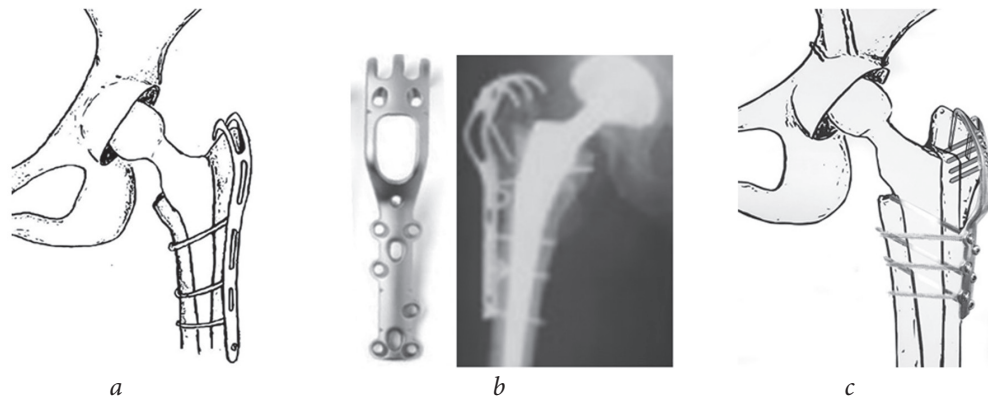


图4 用于大转子骨接合术的现代固定钳： a—上一代贴附板（2009年）； b—Trofix Zimmer板（2012年）； c—T. 帕维莱宁提出的大转子截骨叉形板（2014年）

贴附物与线缆在不同平面内固定时的主要缺点是容易迅速失去线缆张力。使用特殊的张紧装置可以将其紧固，但线缆接触到的局部骨骼区域将受到明显压力作用，可能迅速导致沿接触线的骨组织发生萎缩并溶解。在X射线影像学检查与翻修手术中，该现象被称为固定夹无菌松动所致骨切割，使得固定处松动。此后，在臀肌强力牵拉的作用下，大转子随结构发生移位。

关于使用稳角板用于GT骨接合术的第一份报告发表于2009年，该研究采用髌突胫骨板固定GT，32例患者中有9.1%发生并发症[50]。在骨接合术中，髌突胫骨板和Zimmer NCB假体周围板取代了专门研制的设备[51]。

股骨假体周围骨折有时被认为是全髋关节置换术的晚期并发症，但到目前为止，股骨假体周围骨折修复思路和方法对解决这一问题起到了重要作用。M. 埃林等人[52]通过使用微创固定系统（LISS™）的解剖远端股骨板修复了7例GT骨折块临床病例，并取得了良好效果。对于具有多个稳角开口的板体，为了把其末端导入GT，将右侧股骨的解剖型远端假体周围板作为转子固定钳，用于左侧股骨上，反之亦然。

加拿大骨科医生G.Y. 拉夫拉姆等人[53]提出了独创性技术。他们使用两个稳角板，固定分离的GT。治疗后，87%的患者（15例患者中13例）髋关节功能良好，完全合并。对失败病例的原因分析显示，异质成形术在骨分离区进行，同种异体骨充当骨间质，破坏了愈伤组织的形成。此外，作者还指出，在20%的病例中，由于GT区出现明显疼痛综合征，同种异体移植物在术后晚期被摘除。显然，采用两个不适应转子区的固定夹，造成严重转子肌腱运动障碍。受压病变在合并后经

手术切除。此外，本病例证实了转子肌腱受压的观点，在设计GT特殊结构时，应考虑预防转子肌腱受压。

致力于新型固定夹实验研究的出版物[54, 55]无临床应用效果，具有广告性质。新型固定夹可能含有固定螺钉（图4b），并联合髓外线缆进行固定。这表明目前人们正在进一步研发GT骨接合术新系统。

新GT固定方法之一是将假体周围孔与插入GT骨折块的转子叉相结合。稳角装置是由俄罗斯Vreden创伤骨科研究所开发的设计，是T. 帕维莱宁截骨后在GT使用的转盘（图4c）。转盘干骺端的假体周围开口，集中在六颗螺钉插入皮质部位，这些螺钉绕过了下肢内假体。为固定转子，使用一种特殊造型的叉子，在其底部有一排四个稳角孔，用来插入固定螺钉。叉子和稳角螺钉都直接插入转子的骨组织中。2014年至2018年，研究所根据T. 帕维莱宁提出的方法对150余例GT截骨患者进行初次全髋关节置换术，并且对30余例由于其他结构导致初次固定不稳定的GT假关节症患者采用该装置进行研究。4年来，该装置已在多家大型联邦骨科中心中使用[56]，能够在最困难的情况下实现融合，并将GT重复骨接合术后不愈合比例降低到10%。

这种设计的缺点包括所用板的一致性低，手术过程中不可能对结构进行额外建模，以及难以解决顶端小骨折块和转子多段骨折。

结论

GT股骨骨折块固定手术技术在过去50年中不断发展。在此期间，许多技术和设备的效果虽然令人鼓舞，但仍存在争议。争议原因可能是由于

掌握技术的时间较短，一直存在更多的失败案例和并发症。我们需要很多年才能积累用临床经验，通过现有方法治疗这种罕见病变。随着新设计和技术的推进，可以解决与旧设计和技术相关的问题。

对已发表文献进行分析后发现，符合GT手术固定具体要求的结构逐步占有领先地位。

研究表明，在股骨GT和植入装置之间达到最佳附着力，要结合有2至4个爪形物的叉子和稳角螺丝，并且后者不仅仅要插入转子，还要插入宿主骨表面的股骨，使其与转子融合。

所有大腿转子固定板固定位置中，板体在假体周围的表现最佳。通过侧移螺钉孔和偏转通道，在某些情况下，横向尺寸可达20毫米或20毫米以上。该通道可使术者在皮质内插入螺钉以绕过下肢内假体。

经验表明，在大转子区使用线缆作为主要固定手段无效，且使用期间较短，因为沿接触线的巨大压力会使骨骼萎缩，从而使线缆在短时间内穿过骨头。因此，建议只在必要时使用此方法，并作为稳角结构的补充手段。

目前面临的主要挑战是在该病变中，GT存在个体差异，包括大小差异、总发育异常的变化以及纠正性转子周围截骨术后遗留的医源性畸形。后者在上世纪末十分普遍，大量患者需要内假体切除置换并且对GT进行再固定。该问题应通过某种结构来解决，该结构可提供多种建模方案，换言之，该结构应采用塑料材料，结构牢固，手术过程中弯曲时不会断裂。

此外，板体近端固定单元的形状，应尽量减少对转子区肌腱器械运动的干扰，防止肌腱和植入物受压。该问题可以一部分通过对植入物转子区表面进行详细研究加以解决，该区域不应该有任何尖锐的边缘，一部分可以通过转子插入元件优化来解决，最大程度上减少这些元件与肌腱接触的可能性。目前，有必要利用各种现代结构在试验机上通过转子固定稳定性力学进行客观研究，并与T. 帕维莱宁提出的经典方法进行比较。后者可视为参考模型，可靠度尚可。值得注意的是，只有那些明显优于T. 帕维莱宁的设备才能进入后续的临床试验。

经过严格评估，可以满足GT功能要求的最佳现代设计方案仍然远远不够理想。使用稳角板固定GT骨折块似乎具有前景。不论如何，人们依然在继续探索对这一问题的最佳技术解决方案。

其他信息

经费来源。这项研究在俄罗斯Vreden创伤与骨科研究所进行。

利益冲突。作者声明，本文的出版不存在任何利益冲突。该研究在合格论文框架内进行，并由俄罗斯Vreden创伤与骨科研究所批准。

作者贡献

I.A. Voronkevich负责资料收集、写作、文本编辑工作。

D.G. Parfeev负责编辑文本。

A.I. Avdeev负责收集资料并撰写文本。

References

1. Тихилов Р.М., Мазуренко А.В., Шубняков И.И., и др. Результаты эндопротезирования тазобедренного сустава с укорачивающей остеотомией по методике Т. Paavilainen при полном вывихе бедра // Травматология и ортопедия России. – 2014. – № 1. – С. 5–15. [Tikhilov RM, Mazurenko AV, Shubnyakov II, et al. Results of hip arthroplasty using Paavilainen technique in patients with congenitally dislocated hip. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2014;(1):5-15. (In Russ.)]
2. Lee KH, Kim HM, Kim YS, et al. Isolated fractures of the greater trochanter with occult intertrochanteric extension. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130(10):1275-1280. doi: 10.1007/s00402-010-1120-5.
3. Kim SJ, Ahn J, Kim HK, Kim JH. Is magnetic resonance imaging necessary in isolated greater trochanter fracture? A systemic review and pooled analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:395. doi: 10.1186/s12891-015-0857-y.
4. Ayoob A, Lee J, Nickels D. Core curriculum illustration: isolated fracture of the greater trochanter. *Emerg Radiol*. 2015;22(2):197-198. doi: 10.1007/s10140-015-1301-1.
5. Armstrong GE. Isolated Fracture of the Great Trochanter. *Ann Surg*. 1907;46(2):292-297. doi: 10.1097/00000658-190708000-00015.
6. Papachristou G, Hatzigrigoris P, Panousis K, et al. Total hip arthroplasty for developmental hip dysplasia. *Int Orthop*. 2006;30(1):21-25. doi: 10.1007/s00264-005-0027-1.
7. Younger TI, Bradford MS, Magnus RE, Paprosky WG. Extended proximal femoral osteotomy. *J Arthroplasty*. 1995;10(3):329-338. doi: 10.1016/s0883-5403(05)80182-2.
8. Lindgren U, Svenson O. A new transtrochanteric approach to the hip. *Int Orthop*. 1988;12(1). doi: 10.1007/bf00265739.
9. Hamadouche M, Zniber B, Dumaine V, et al. Reattachment of the ununited greater trochanter following total hip arthroplasty. The use of a trochanteric claw plate. *J Bone Jt. Surg Am*. 2003;85A(7):1330-1337.
10. Klinge SA, Vopat BG, Daniels AH, et al. Early catastrophic failure of trochanteric fixation with the Dall-Miles Cable Grip System. *J Arthroplasty*. 2014;29(6):1289-1291. doi: 10.1016/j.arth.2014.01.001.

11. Bal BS, Kazmier P, Burd T, Aleto T. Anterior trochanteric slide osteotomy for primary total hip arthroplasty. Review of nonunion and complications. *J Arthroplasty*. 2006;21(1):59-63. doi: 10.1016/j.arth.2005.04.020.
12. Анисимова Е.А., Юсупов К.С., Анисимов Д.И. Морфология костных структур тазобедренного сустава в норме и при диспластическом коксартрозе (Обзор) // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2014. – Т. 10. – № 3. – С. 373–377. [Anisimova EA, Yusupov KS, Anisimov DI. Morphology of bone structures of hip joint in normal state and in dysplastic coxarthrosis (review). *Saratov journal of medical scientific research*. 2014;10(3):373-377. (In Russ.)]
13. Tamaki T, Nimura A, Oinuma K, et al. An anatomic study of the impressions on the greater trochanter: bony geometry indicates the alignment of the short external rotator muscles. *J Arthroplasty*. 2014;29(12):2473-2477. doi: 10.1016/j.arth.2013.11.008.
14. Ito Y, Matsushita I, Watanabe H, Kimura T. Anatomic mapping of short external rotators shows the limit of their preservation during total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(6):1690-1695. doi: 10.1007/s11999-012-2266-y.
15. Philippon MJ, Michalski MP, Campbell KJ, et al. Surgically Relevant Bony and Soft Tissue Anatomy of the Proximal Femur. *Orthop J Sports Med*. 2014;2(6):2325967114535188. doi: 10.1177/2325967114535188.
16. Gautier E, Ganz K, Krügel N, et al. Anatomy of the medial femoral circumflex artery and its surgical implications. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82-B(5):679-683. doi: 10.1302/0301-620x.82b5.0820679.
17. Williams BS, Cohen SP. Greater trochanteric pain syndrome: a review of anatomy, diagnosis and treatment. *Anesth Analg*. 2009;108(5):1662-1670. doi: 10.1213/ane.0b013e31819d6562.
18. Segal NA, Felson DT, Torner JC, et al. Greater trochanteric pain syndrome: epidemiology and associated factors. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(8):988-992. doi: 10.1016/j.apmr.2007.04.014.
19. Charnley J, Ferreira S. Transplantation of the Greater Trochanter in Arthroplasty of the Hip. *J Bone Joint Surg Br*. 1964;46:191-197.
20. Zarin JS, Zurakowski D, Burke DW. Claw plate fixation of the greater trochanter in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2009;24(2):272-280. doi: 10.1016/j.arth.2007.09.016.
21. Воронкевич И.А., Парфеев Д.Г., Конев В.А., Авдеев А.И. К вопросу о необходимости удаления имплантатов, по мнению отечественных хирургов травматологов-ортопедов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 6. [Voronkevich IA, Parfeev DG, Konev VA, Avdeev AI. Problem of the implants removal in russian orthopedic surgeons opinion. *Modern problems of science and education*. 2017;(6). (In Russ.)]
22. Takahira N, Itoman M, Uchiyama K, et al. Reattachment of the greater trochanter in total hip arthroplasty: the pin-sleeve system compared with the Dall-Miles cable grip system. *Int Orthop*. 2010;34(6):793-797. doi: 10.1007/s00264-010-0989-5.
23. Genth B, Von Düring M, Von Engelhardt LV, et al. Analysis of the sensory innervations of the greater trochanter for improving the treatment of greater trochanteric pain syndrome. *Clin Anat*. 2012;25(8):1080-1086. doi: 10.1002/ca.22035.
24. Ахтямов И.Ф., Соколовский О.А. Хирургическое лечение дисплазии тазобедренного сустава. – Казань: Центр оперативной печати, 2008. [Akhtyamov IF, Sokolovskiy OA. Khirurgicheskoe lechenie displazii tazobedrennogo sustava. Kazan': Tsentr operativnoy печати; 2008. (In Russ.)]
25. Баиндурашвили А.Г., Краснов А.И., Дейнеко А.Н. Хирургическое лечение детей с дисплазией тазобедренного сустава. – СПб.: СпецЛит, 2011. [Baindurashvili AG, Krasnov AI, Deyneko AN. Khirurgicheskoe lechenie detey s displaziey tazobedrennogo sustava. Saint Petersburg: SpetsLit; 2011. (In Russ.)]
26. Tozun IR, Beksac B, Sener N. Total hip arthroplasty in the treatment of developmental dysplasia of the hip. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2007;41 Suppl 1:80-86.
27. Charnley J, Feagin JA. Low-friction arthroplasty in congenital subluxation of the hip. *Clin Orthop Relat Res*. 1973(91):98-113.
28. McGrory BJ, Bal BS, Harris WH. Trochanteric Osteotomy for Total Hip Arthroplasty: Six Variations and Indications for Their Use. *J Am Acad Orthop Surg*. 1996;4(5):258-267.
29. Krych AJ, Howard JL, Trousdale RT, et al. Total hip arthroplasty with shortening subtrochanteric osteotomy in Crowe type IV developmental dysplasia: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92 Suppl 1 Pt 2:176-187. doi: 10.2106/JBJS.J.00061.
30. Черкасов М.А., Билык С.С., Коваленко А.Н., Трофимов А.А. Сравнительная оценка обоснованности использования русских версий шкал Харриса (HHS) и Оксфорд (OHS) для тазобедренного сустава // Избранные вопросы хирургии тазобедренного сустава. – СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2016. – С. 148–152. [Cherkasov MA, Bilyk SS, Kovalenko AN, Trofimov AA. Sravnitel'naya otsenka obosnovannosti ispol'zovaniya russkikh versiy shkal KHarrisa (HHS) i Oksford (OHS) dlya tazobedrennogo sustava. In.: Izbrannyye voprosy khirurgii tazobedrennogo sustava. Saint Petersburg: RNIITO R.R. Vredena; 2016. P. 148-152. (In Russ.)]
31. Мадан С.С., Чилбул С.К. Краткий обзор методик сохранения тазобедренного сустава // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2017. – Т. 5. – № 4. – С. 74–79. [Madan SS, Chilbule SK. Brief concept of hip preservation. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery*. 2017;5(4):74-79. (In Russ.)]. doi: 10.17816/PTORS5474-79.
32. Баиндурашвили А.Г., Волошин С.Ю., Краснов А.И. Врожденный вывих бедра у детей грудного возраста: клиника, диагностика, консервативное лечение. – СПб.: СпецЛит, 2012. [Baindurashvili AG, Voloshin SU, Krasnov AI. Vrozdennyi vyvih bedra u detei grudnogo vozrasta: klinika, diagnostika, konservativnoe lechenie. Saint Petersburg; 2012. (In Russ.)]
33. Басков В.Е., Баиндурашвили А.Г., Филиппова А.В., и др. Планирование корригирующей остеотомии бедренной кости с использованием 3D-моделирования. Часть II // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2017. – Т. 5. – № 3. – С. 74–79. [Baskov VE, Baindurashvili AG, Filippova AV, et al. Planning corrective osteotomy of the femoral bone

- using three-dimensional modeling. Part II. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery*. 2017;5(3):74-79. (In Russ.). doi: 10.17816/PTORS5374-79.
34. Дохов М.М., Барабаш А.П., Куркин С.А., Норкин И.А. Результаты хирургического лечения деформаций проксимального отдела бедренной кости при дисплазии тазобедренных суставов у детей // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 1. – С. 1810–1814. [Dokhov MM, Barabash AP, Kurkin SA, Norkin IA. Results of surgical treatment of deformities of the proximal femur in children with developmental hip dysplasia. *Fundamental research*. 2015;(1):1810-1814. (In Russ.)]
 35. Daniel M, Iglič A, Kralj-Iglič V. Hip Contact Stress during Normal and Staircase Walking: The Influence of Acetabular Anteversion Angle and Lateral Coverage of the Acetabulum. *J Appl Biomech*. 2008;24(1):88-93. doi: 10.1123/jab.24.1.88.
 36. Glassman AH, Engh CA, Bobynd JD. A technique of extensile exposure for total hip arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*. 1987;2(1):11-21. doi: 10.1016/s0883-5403(87)80026-8.
 37. Glassman AH. Complications of trochanteric osteotomy. *Orthop Clin North Am*. 1992;23(2):321-333.
 38. Peters PC, Jr., Head WC, Emerson RH, Jr. An extended trochanteric osteotomy for revision total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1993;75(1):158-159.
 39. Paavilainen T. Total hip replacement for developmental dysplasia of the hip: How I do it. *Acta Orthop Scand*. 2009;68(1):77-84. doi: 10.3109/17453679709003983.
 40. Paavilainen T, Hoikka V, Solonen KA. Cementless total replacement for severely dysplastic or dislocated hips. *J Bone Joint Surg. Br*. 1990;72-B(2):205-211. doi: 10.1302/0301-620x.72b2.2312556.
 41. Charnley J. Arthroplasty of the hip. A new operation. *Lancet*. 1961;1(7187):1129-1132. 1961;277(7187):1129-1132. doi: 10.1016/s0140-6736(61)92063-3.
 42. Ritter MA, Eizember LE, Keating EM, Faris PM. Trochanteric fixation by cable grip in hip replacement. *J Bone Joint Surg. Br*. 1991;73-B(4):580-581. doi: 10.1302/0301-620x.73b4.2071639.
 43. Ritter MA, Gioe TJ, Stringer EA. Functional significance of nonunion of the greater trochanter. *Clin Orthop Relat Res*. 1981(159):177-182.
 44. Dall DM, Miles AW. Re-attachment of the greater trochanter. The use of the trochanter cable-grip system. *J Bone Joint Surg. Br*. 1983;65-B(1):55-59. doi: 10.1302/0301-620x.65b1.6337168.
 45. Paavilainen T, Hoikka V, Paavolainen P. Cementless total hip arthroplasty for congenitally dislocated or dysplastic hips. Technique for replacement with a straight femoral component. *Clin Orthop Relat Res*. 1993(297):71-81.
 46. Emerson RH, Head WC, Higgins LL. A new method of trochanteric fixation after osteotomy in revision total hip arthroplasty with a calcar replacement femoral component. *J Arthroplasty*. 2001;16(8):76-80. doi: 10.1054/arth.2001.28717.
 47. Chilvers M, Vejvoda H, Trammell R, Allan DG. Trochanteric fixation in total hip arthroplasty using the S-ROM bolt and washer. *J Arthroplasty*. 2002;17(6):740-746. doi: 10.1054/arth.2002.32179.
 48. Vastel L, Lemoine CT, Kerboull M, Courpied JP. Structural allograft and cemented long-stem prosthesis for complex revision hip arthroplasty: use of a trochanteric claw plate improves final hip function. *Int Orthop*. 2007;31(6):851-857. doi: 10.1007/s00264-006-0275-8.
 49. Patel S, Soler JA, El-Husseiny M, et al. Trochanteric fixation using a third-generation cable device — minimum follow-up of 3 years. *J Arthroplasty*. 2012;27(3):477-481. doi: 10.1016/j.arth.2011.06.032.
 50. McGrory BJ, Lucas R. The use of locking plates for greater trochanteric fixation. *Orthopedics*. 2009;32(12):917. doi: 10.3928/01477447-20091020-27.
 51. Tetreault AK, McGrory BJ. Use of locking plates for fixation of the greater trochanter in patients with hip replacement. *Arthroplast Today*. 2016;2(4):187-192. doi: 10.1016/j.artd.2016.09.006.
 52. Ehlinger M, Brinkert D, Besse J, et al. Reversed anatomic distal femur locking plate for periprosthetic hip fracture fixation. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2011;97(5):560-564. doi: 10.1016/j.otsr.2010.12.007.
 53. Laflamme GY, Leduc S, Petit Y. Reattachment of complex femoral greater trochanteric nonunions with dual locking plates. *J Arthroplasty*. 2012;27(4):638-642. doi: 10.1016/j.arth.2011.08.004.
 54. Baril Y, Bourgeois Y, Brailovski V, et al. Improving greater trochanteric reattachment with a novel cable plate system. *Med Eng Phys*. 2013;35(3):383-391. doi: 10.1016/j.medengphy.2012.06.003.
 55. Lenz M, Stoffel K, Kielstein H, et al. Plate fixation in periprosthetic femur fractures Vancouver type B1-Trochanteric hook plate or subtrochanteral bicortical locking? *Injury*. 2016;47(12):2800-2804. doi: 10.1016/j.injury.2016.09.037.
 56. Воронкевич И.А., Авдеев А.И. Клиническая апробация фигурной пластины для остеосинтеза большого вертела бедренной кости // *Новые горизонты травматологии и ортопедии*. – СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2017. – С. 51–57. [Voronkevich IA, Avdeev AI. Klinicheskaya aprobatsiya figurnoy plastyiny dlya osteosinteza bol'shogo vertela bedrennoy kosti. In: *Novye gorizonty travmatologii i ortopedii*. Saint Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena; 2017. P. 51-57. (In Russ.)]

Information about the authors

Igor A. Voronkevich — MD, PhD, Head of the Research Department of injuries and their consequences treatment, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8471-8797>.

Dmitrii G. Parfeev — MD, PhD, Head of Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8199-7161>.

Alexandr I. Avdeev — MD, PhD Student, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1557-1899>. E-mail: spaceship1961@gmail.com.