

通过背阔肌移植恢复关节弯曲患者肘部主动屈曲

O.E. AGRANOVICH, E.A. KOCHENOVA, S.I. TROFIMOVA,
E.V. PETROVA, D.S. BUKLAEV

© E.I. Skirmont, E.L. Zimina, J.B. Golubeva, I.K. Gorelova, V.M. Volkova, S.V. Karapetyan

The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia

Received: 23.05.2018

Accepted: 07.09.2018

背景。 肱二头肌严重发育不良（发育不全）是关节弯曲患者日常活动限制的一个主要原因。

目的。 估计通过背阔肌移植恢复关节弯曲患者肘部主动屈曲的可能性。

材料与amp;方法。 从 2011 年到 2018 年，我们通过将背阔肌移植至肱二头肌的方式恢复了 30 名关节弯曲（44 上肢）患者的肘部主动屈曲功能。我们采用了不同的方法，包括临床检查、对供区和受区进行 MEG 检查，和对胸壁和肩部进行 CT 检查。

结果。 患者的平均年龄为 4.0 ± 2.4 岁，随访期为 3.2 ± 1.9 个月。我们取得了 26 名患者的随访结果（30 上肢）。主动术后关节活动范围为 $90.5 \pm 14.9^\circ$ 。51% 的患者出现肘伸张活动受限（ $12.8 \pm 4.3^\circ$ ），日常生活活动无任何问题。55.6% 的患者取得良好结果，33.3% 的患者取得满意结果，11.1% 的患者取得较差结果。

讨论。 我们的背阔肌移植结果与其他作者的结果具有可比性。将背阔肌移植至肱二头肌恢复了肘关节的充分屈曲，无严重的肘部弯曲挛缩。

结论。 我们建议，针对术前被动屈肘等于或大于 90° 和供区肌肉拉伤 4 级及以上的关节弯曲患者，椎弓根单极背阔肌移植可作为一种可靠的恢复主动屈肘的治疗方法。

关键词： 关节弯曲；肘部；屈曲；肌肉移植。

Background. Severe hypoplasia (or aplasia) of the biceps brachii is a primary cause of restriction in activities of daily living in patients with arthrogryposis.

Aim. To estimate the possibility of restoring elbow active flexion via a latissimus dorsi transfer in patients with arthrogryposis.

Materials and methods. From 2011 to 2018, we restored active flexion of the elbow via a latissimus dorsi transfer to the biceps brachii in 30 patients with arthrogryposis (44 upper limbs). We used different regimes including clinical examinations, EMG donor and recipient sites, and CT of the chest wall and shoulder.

Results. The mean age of the patients was 4.0 ± 2.4 years, and the follow-up period was 3.2 ± 1.9 months. Follow-up results were available for 26 patients (30 upper limbs). The active postoperative elbow motion was $90.5 \pm 14.9^\circ$. Elbow extension limitation occurred in 51% of cases ($12.8 \pm 4.3^\circ$) without any problems in activities of daily living. In total, 55.6% of patients had good results, 33.3% had satisfactory results, and 11.1% had poor results.

Discussion. Our latissimus dorsi transfer results were comparable with those of other authors. Transposition of the latissimus dorsi to the biceps brachii restores sufficient flexion of the elbow without severe elbow flexion contractures.

Conclusions. We suggest pedicle monopolar latissimus dorsi transfer as a reliable therapeutic option to restore active elbow flexion in patients with arthrogryposis having passive elbow flexion of 90° or higher before operation and donor muscle strain grade 4 or higher.

Keywords: arthrogryposis; elbow; flexion; muscle transfers.

引言

关节弯曲是一种最为严重的先天性肌肉骨骼系统畸形，其特点是两个以上关节先天性挛缩，肌肉营养不良或萎缩，脊髓运动神经元受损。

确定这些患者独立进行日常活动的收到限制或无法独立进行日常活动的一个主要问题是，由于前臂屈肌严重发育不良（发育不全），尤其是肩二头肌，患者肘关节无法进行主动屈曲。仅肘关

节主动屈曲活动的缺失将损害 30% 的上肢功能，同时相邻部位受到损害，导致严重伤残 [1]。

通过不同（最完整的）供区肌肉的自体移植，可以恢复前臂屈曲缺失的功能。通常使用背部最宽的肌肉（SMC） [2 - 6]。

大多数研究中介绍了通过移植 BMB（主要针对臂神经丛损伤或小儿麻痹症患者）来恢复肘关节的主动屈曲。而针对关节弯曲患者的研究较少，需要针对该领域进行进一步研究 [4 - 6]。

本研究旨在评估通过单极 BMB 移植，恢复关节弯曲患者的主动前臂屈曲功能的可能性。

材料与方法

自 2011 年至 2018 年，我们采用单极 BMB 移植的方法，恢复特纳儿童骨科科学研究中心 30 名关节弯曲患者（44 上肢）的肘关节主动屈曲功能。

我们在术前和干预治疗后 1 年后对患者进行检查。在临床检查过程中，我们检查了以下指标：肘关节的活动幅度（主动和被动），前臂和供区的屈肌力，独立进行日常活动的的能力。我们使用角度计确定肘关节活动的幅度。我们采用六分制（0-5 分），评估患者在飞机上活动，克服重力和手动阻力的肌力。通过在肩部的内收、伸展，和内旋部位进行触诊，检查 BMB。在对 4 岁以上儿童进行手术之前，我们对前臂屈肌和伸肌肌肉和背部最宽的肌肉进行肌电图记录（EMG）。考虑到幼儿的神经生理学研究及磁共振成像的复杂性，我们以不同方式对胸部和肩部进行计算机断层扫描检查，以评估潜在供区肌肉的情况。我们可以同时了解有关所研究部分的软组织、骨头和关节的情况（图 1）。



我们使用软件包 Statistica 8.0，采用参数和非参数检验进行统计分析。采用柯尔莫诺夫-斯米尔诺夫检验和 Shapiro - Wilk 检验，对数据的常态进行评估。确定了平均指标。采用非参数威尔科克森标准比较依赖组。计算配对皮尔逊相关系数进行相关性分析。在检验统计假设时， $p < 0.05$ (95%) 标准显著性水平的指标差异具有统计学意义。使用了区间和点估计参数。

通过单极 SMS 移植恢复前臂屈肌的指征为，缺乏或肘关节主动屈曲受限 ($< 90^\circ$)，被动屈曲 $\geq 90^\circ$ ，和 BMB 肌力 ≥ 3 分。

将胸部神经血管束上的 BMB 分离后，保留附着于上肢骨头的皮瓣移植片，同时去除远端皮瓣附件。将肌肉侧缘和内侧边缝合在一起，以便更有效的肌肉挛缩。之后，通过皮下导管将自体移植植物转移至前臂前表面，并通过经骨缝合固定到前臂应力较小仰卧位时桡骨骨干，肘关节弯曲 $150^\circ - 160^\circ$ 。从手术一侧手部的指尖到对侧肩部上三分之一处使用石膏绷带，将上肢固定 4 周。之后，患者应遵医嘱进行康复治疗，包括运动治疗、按摩、肌电刺激和机械疗法 (ARMECO)。

结果

对 30 名关节弯曲患者进行到肩部二头肌部位的单极 BMB 移植（44 上肢）。手术时患者的年龄在 1-10 岁之间（平均年龄 4.0 ± 2.4 岁）。

手术前，患者的肘关节被动屈曲为 $80^\circ - 110^\circ$ ($99.7^\circ \pm 7.7^\circ$)，主动屈曲为 $0^\circ - 40^\circ$ ($17.5^\circ \pm 11.9^\circ$)，肘关节伸展不足 $0^\circ - 30^\circ$ ($7.7^\circ \pm 10^\circ$)，前臂屈肌肌力为 0-2 分，BMB 肌力为 3-5 分。

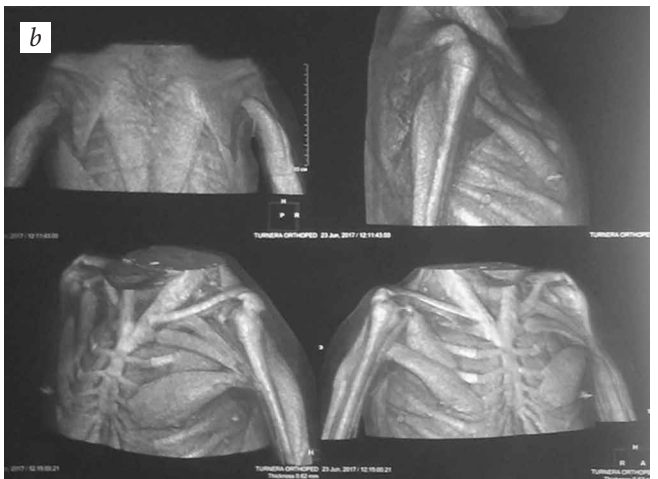


图 1. 以不同方式对胸部和肩部进行 CT 扫描，以同时了解所研究部分的软组织、骨头和关节图像：
a - 骨头和关节图像；b - 肩部和胸部肌肉图像。

长期术后评估显示，肘关节被动屈曲为 $80^{\circ} - 110^{\circ}$ ($100^{\circ} \pm 7.0^{\circ}$)，主动屈曲为 $40^{\circ} - 110^{\circ}$ ($90.5^{\circ} \pm 14.7^{\circ}$)，肘关节伸展不足 $0^{\circ} - 45^{\circ}$ ($14.0^{\circ} \pm 12.9^{\circ}$)，前臂屈肌肌力为 2 - 5 分。18 名 (51%) 患者的肘关节伸展不足增加了 $10^{\circ} - 20^{\circ}$ ($12.8^{\circ} \pm 4.8^{\circ}$)，患者进行基本家务活动的的能力未受到限制。肘关节主动运动的幅度为 $40^{\circ} - 110^{\circ}$ ($75.4^{\circ} \pm 18.0^{\circ}$)。

关节弯曲患者的手术治疗结果表明，通过在前臂屈肌位置进行单极 BMB 移植恢复肘关节的主动屈曲有效 (图 2)。评估术前和术后肘关节主动屈曲的威尔科克森 t 检验显示 p 值为 0.0072 ($p < 0.05$)。

采用 A. Van Heest 量表评估治疗效果，包括肘关节主动屈曲的定义，肘关节伸展不足，铅笔屈曲肌力，以及在进行基础自我护理活动时需要使用补充和适应机制 [4]。根据 B.F.等人 (1981 年) 的研究，肘关节的活动范围通常为 $0^{\circ} - 145^{\circ}$ 。但是，进行大多数日常活动时的活动范围为 $60^{\circ} - 120^{\circ}$ (称为“有效范围”)。前臂伸展不足为 60° 时，患者可以使用拐杖、轮椅，并进行必要的保持个人卫生的活动 [7]。根据 J. Chomiak 等人 (2008 年) 的研究，通常不可以通过手术实现肘关节主动屈曲 120° 。主动屈曲恢复至 90° 时，患者可以自己用餐。并且，作者同意 A. Van Heest 等人 (1998 年) 的研究结论：肘关节被动屈曲 $> 90^{\circ}$ 时，可以通过手术恢复前臂屈肌，关节弯曲患者可以进行自我护理活动 [8]。

我们将治疗结果分为以下三组：

良好结果：肌力为 4 - 5 分，主动活动幅度在“有效”范围内，肘关节主动屈曲 $> 90^{\circ}$ ，伸展

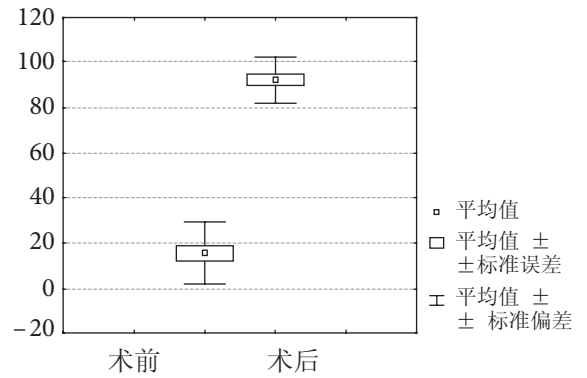


图 2. 术前和术后关节弯曲患者肘关节主动屈曲幅度图解

不足 $< 60^{\circ}$ ，患者不使用或很少使用补充和适应机制进行基本的自我护理活动 (图 3)。

满意结果：肌力为 3 分，主动活动幅度在“有效”范围内，肘关节主动屈曲 $> 90^{\circ}$ ，伸展不足 $< 60^{\circ}$ ，患者经常使用补充和适应机制进行基本的自我护理活动。

不满意结果：肌力为 0-2 分，主动活动幅度小于“有效”范围，肘关节主动屈曲 $< 90^{\circ}$ ，并且/或者伸展不足 $> 60^{\circ}$ ，患者经常使用补充和适应机制。

20 名患者 (55.6%) 取得了良好结果，12 名患者 (33.3%) 取得了满意结果，4 名患者 (11.1%) 取得了不满意结果。

2 名患者在术后发生了并发症。其中的一名患者发生桡神经病变，采取保守治疗后 2 周病情得以控制。另一名患者在受区出现了增生性瘢痕，需要进行手术切除。对一名儿童患者进行多次干预治疗，由于不适当的肌肉拉伤，需要进行肌腱松懈术和 BMB 复植。



图 3. 在患者 C. 双侧前臂屈肌进行背部最宽肌肉单极移植取得良好结果，3 岁：a — 右边肘关节的被动屈曲采用补充和适应活动；b, c — 手术阶段；d, e — 术后 4 年的肘关节的主动屈曲

讨论

根据 L. Chang 等人 (1993 年) 的研究, BMB 移植的指征是前臂屈肌麻痹, 肩部内收未受损伤 [9]。E. Zancolli 和 E. Miter (1973 年), M. Vekris (2008 年) 建议, 在肌力 ≥ 4 分的情况下, 进行肩部肱二头肌的 BMB 移植 [3, 10]。通过 BMB 移植, 可以恢复前臂的充分屈曲, 不会造成严重的肘部弯曲挛缩。通常情况下, 患者术后出现肘关节伸展不足 $\leq 10^\circ - 15^\circ$ [12 - 16]。根据 S. Chaundry 等人 (2013 年) 的研究, 在术前, 患者肘关节有整体被动活动和稳定的肩关节取得了最佳结果。较差结果与 BMB 萎缩有关 [16]。

单极和双极 BMB 移植不同。单极移植时, 保留一个附着点。而双极移植时, 改变两个附着点。在双极移植中, BMB 的近端固定点为肩胛 (较少情况下为肩峰或锁骨) 的喙突, 远端固定点为肱二头肌腱的桡骨粗隆。在桡骨头脱臼的情况下, 为尺骨 [3, 4, 9, 10, 17, 18]。近期的报道经常提及双极 BMB 移植, 因为这种手术有利于稳定肩关节, 提高肌肉的生理牵引力, 可恢复重造肩部肱二头肌的正常结构 [6]。而且, 根据 S. Chaundry 和 S. Hapyan (2013 年) 的研究, 通过这种手术, 可以改善肩关节屈曲。通过单极移植, 可以改善前臂的旋后。但是, 在双极移植后, 术后肌力没有达到手术前的值 [16]。这些方法有一定的差异。但是, 根据接受 BMB 单极和双极移植手术的患者治疗结果的比较分析结果, K. Kawamura 等人 (2007 年) 指出, 二者之间不存在显著差异 [11]。根据 Sood (2017 年) 的研究, 手术方法的选择仅取决于医生的偏好 [17]。

BMB 移植过程中, 确定移植长度非常重要。在动员后, 保持附着点时可确定移植的最佳长度。在双极移植时, 大多数作者计算在肘关节弯曲 90° 角及前臂旋后位置的喙突到桡骨粗隆之间的距离, 以解决移植长度的问题 [6, 17, 18]。A. Van Heest 等人 (1998 年) 选择在肘关节屈曲 $70^\circ - 90^\circ$ 位置固定移植肌肉; E. Zancolli, E. Miter (1973 年), 和 K. Kawamura 等人 (2007 年) 在 100° 屈曲位置固定; M. Vekris 等人 (2008 年) 在 120° 屈曲位置固定; T.D. Pierce (2000 年) 在完全屈曲位置固定 [3, 4, 10, 11, 17, 19]。如果 BMB 尺寸大于恢复肩部肱二头肌所需要的尺寸, 可以仅选取神经血管束的外侧部 [20]。

我们仅发现三项由外国作者进行的研究, 其中分析了 BMB 移植至关节弯曲患者的肩部肱二头肌的结果 [4, 6, 21]。

所有作者依据 ADL 量表评估了手术的功能结果, 考虑患者进行基本日常自我护理活动的 ability (独立吃饭、喝水、梳头和写作的 ability)。而且, 他们还考虑了在进行 A. Van Heest 等人所描述的这些活动时, 采用补充和适应机制。[4]。

A. Van Heest 等人 (1998 年) 对 3 名患者进行了双极 BMB 移植 (4 次移植)。患者年龄在 6-14 岁之间 (平均年龄 11 岁)。随访期为 1-3 年 (平均 1.5 年)。术后, 2 名儿童的肌力为 4 分, 2 名患者的肌力为 3 分。干预治疗后, 2 名患者出现 BMB 肌肉无力 (所有患者术前肌力为 4-5 分)。术后, 肘关节主动运动的幅度为 $70^\circ - 100^\circ$ (平均为 84°)。干预治疗后, 所有患者均未出现肘关节的伸展不足, 被动活动幅度未出现变化。2 名患者的治疗结果为良好, 2 名患者的结果为满意 [4]。

在 E. Boven (2017 年) 的患者组中, 有 6 名患者通过单极和双极 BMB 移植恢复了前臂的主动屈曲 (8 次移植)。患者年龄在 7.8 - 23 岁之间, 随访期为 1.6 - 8.3 年 (平均 4.5 年)。术后, 肘关节主动运动的幅度增加 $4^\circ - 80^\circ$ (平均为增加 43°), 平均为 46.8° 。干预治疗后, 观察到肘关节伸展不足 $4^\circ - 46^\circ$ (平均 22.3°)。50% 的患者在恢复了主动屈曲后, 肘关节被动活动的幅度降低, 未丧失功能。术后, 2 名患者出现了并发症。一名患者在标志移植点出现静脉郁滞, 需要进行手术修补。另一名患者出现肌肉分离。干预治疗后, 2 名患者出现 1 个指间隙的敏感度受损。4 名患者取得了良好结果 2 名患者取得了满意结果, 2 名患者取得了不满意结果 [21]。

R. Zargarbashi 等人 (2017 年) 回顾性分析了通过在肩部肱二头肌位置双极 BMB 移植恢复了肘关节主动屈曲的 11 名关节弯曲的患者 (13 肢) 的结果。患者的平均年龄为 5.69 ± 2.49 岁, 随访期为 27.3 ± 17.8 个月。术后的主动活动幅度为 $97.7^\circ \pm 34.5^\circ$ 。13 名患者中, 有 10 名患者自我护理的能力得以改善。但是, 11 名患者保留了补充和适应机制。92.3% 的研究对象在术后取得了整体满意的治疗结果。2 名患者需要肌肉重新插入 (一名患者是由于肌肉分离, 而另一名患者是因为不正确的肌肉牵引方向) [6]。

通过对术后 1-7 年 26 名 (34 上肢) 通过单极 BMB 移植恢复前臂主动屈曲的患者的结果进行回顾性分析 (平均 3.15 ± 1.9 岁), 我们可以评估针对关节弯曲患者采用这种自体移植方式的可能性, 并将我们的数据与之前的报道进行比较。

BMB 肌力 ≥ 4 分, 肘部被动屈曲 $> 90^\circ$, 肩关节主动活动接近生理正常水平的患者完全恢复了自我护理的能力。BMB 肌力 < 4 分, 肩关节主动屈曲和外展 $< 45^\circ$ 的患者取得了不满意的治疗结果。而且, 该研究显示, 将 BMB 移植至前臂屈肌位置恢复了前臂的充分屈曲, 无严重的肘关节弯曲挛缩。该发现与之前的报道一致 [11 - 16]。

结论

对于供区肌力 ≥ 4 分和肘关节被动屈曲 $\geq 90^\circ$ 的关节弯曲的患者, BMB 单极移植可恢复肘关节的主动屈曲。

其他信息

科研经费。 这项工作是特纳儿童骨科科学研究所研究项目的一部分。

利益冲突。 作者声明, 这篇文章的发表不存在明显和潜在的利益冲突。

伦理审查。 所有患者和/或其法定代理人均自愿签署了一份有关参与研究, 手术干预治疗和发表个人资料的知情同意书。

References

1. Basheer H., Zelic V., Rabia F. Functional Scoring System for Obstetric Brachial Plexus Palsy. *J Hand Surg Br.* 2016; 25(1): 41-45. doi: 10.1054/jhsb.1999.0281.
2. Schottstaedt E.R., Larsen L.J., Bost F.C. Complete muscle transposition. *J Bone Joint Surg Am.* 1955; 37-A(5): 897-918.
3. Zancolli E., Mitre H. Latissimus dorsi transfer to restore elbow flexion. An appraisal of eight cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1973; 55(6): 1265-1275.
4. Van Heest A., Waters P.M., Simmons B.P. Surgical treatment of arthrogryposis of the elbow. *J Hand Surg Am.* 1998; 23(6): 1063-1070. doi: 10.1016/s0363-5023(98)80017-8.
5. Ezaki M. Treatment of the upper limb in the child with arthrogryposis. *Hand Clin.* 2000; 16(4): 703-711.
6. Zargarbashi R., Nabian M.H., Werthel J.D., Valenti P. Is bipolar latissimus dorsi transfer a reliable option to restore elbow flexion in children with arthrogryposis? A review of 13 tendon transfers. *J Shoulder Elbow Surg.* 2017; 26(11): 2004-2009. doi: 10.1016/j.jse.2017.04.002.
7. Morrey B.F., Askew L.J., Chao E.Y. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1981; 63(6): 872-877.
8. Chomiak J., Dungal P. Reconstruction of elbow flexion in arthrogryposis multiplex congenita type I. Part I: surgical anatomy and vascular and nerve supply of the pectoralis major muscle as a basis for muscle transfer. *J Child Orthop.* 2008; 2(5): 357-364. doi: 10.1007/s11832-008-0130-0.
9. Chang L.D., Goldberg N.H., Chang B., Spence R. Elbow defect coverage with a one-staged, tunneled latissimus dorsi transposition flap. *Ann Plast Surg.* 1994; 32(5): 496-502.
10. Vekris M.D., Beris A.E., Lykissas M.G., et al. Restoration of elbow function in severe brachial plexus paralysis via muscle transfers. *Injury.* 2008; 39 Suppl 3: S15-22. doi: 10.1016/j.injury.2008.06.008.
11. Cambon-Binder A., Belkheyar Z., Durand S., et al. Elbow flexion restoration using pedicled latissimus dorsi transfer in seven cases. *Chir Main.* 2012; 31(6): 324-330. doi: 10.1016/j.main.2012.10.169.
12. De Smet L. Bipolar latissimus dorsi flap transfer for reconstruction of the deltoid. *Acta Orthop Belg.* 2009; 75(1): 32-36.
13. Moursy M., Cafaltzis K., Eisermann S., Lehmann L.J. Latissimus dorsi transfer: L'Episcopo versus Herzberg technique. *Acta Orthop Belg.* 2012; 78(3): 296-303.
14. Harmon P.H. Muscle transplantation for triceps palsy; the technique of utilizing the latissimus dorsi. *J Bone Joint Surg Am.* 1949; 31A(2): 409-412.
15. Chaudhry S., Hopyan S. Bipolar latissimus transfer for restoration of elbow flexion. *J Orthop.* 2013; 10(3): 133-138. doi: 10.1016/j.jor.2013.06.004.
16. Sood A., Therattil P.J., Russo G., Lee E.S. Functional Latissimus Dorsi Transfer for Upper-Extremity Reconstruction: A Case Report and Review of the Literature. *Eplasty.* 2017; 17:e5.
17. Hirayama T., Tada H., Katsuki M., Yoshida E. The pedicle latissimus dorsi transfer for reconstruction of the plexus brachialis and brachium. *Clin Orthop Relat Res.* 1994; (309): 201-207.
18. Kawamura K., Yajima H., Tomita Y., et al. Restoration of elbow function with pedicled latissimus dorsi myocutaneous flap transfer. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007; 16(1): 84-90. doi: 10.1016/j.jse.2006.03.006.
19. Pierce T.D., Tomaino M.M. Use of the pedicled latissimus muscle flap for upper-extremity reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000; 8(5): 324-331.
20. Axer A., Segal D., Elkon A. Partial transposition of the latissimus dorsi. A new operative technique to restore elbow and finger flexion. *J Bone Joint Surg Am.* 1973; 55(6): 1259-1264.
21. Boven ETW. Latissimus Dorsi to Biceps Transfer in Children with Arthrogryposis: Influence of Preoperative Volume on Outcome and Comparison to Reference Values [Internet]. [cited 2018 Jul 17]. Available from: <http://scripties.umcg.eldoc.ub.rug.nl/FILES/root/geneeskunde/2017/BovenETW/BovenETW.pdf>.

Information about the authors

Olga E. Agranovich – MD, PhD, Professor, Head of the Department of Arthrogyrosis. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6655-4108>. E-mail: olga_agranovich@yahoo.com.

Evgeniya A. Kochenova – MD, PhD, Surgeon of the Department of Arthrogyrosis. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia.

Svetlana I. Trofimova – MD, PhD, Researcher of the Department of Arthrogyrosis. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia.

Ekaterina V. Petrova – MD, PhD, Senior Researcher of the Department of Arthrogyrosis. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia.

Dmitriy S. Buklaev – MD, PhD, Chief of the Department of Arthrogyrosis. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia.