

# 肩关节镜检查中肱神经丛束封闭对动脉低张力和心动徐缓发作频率的影响

## EFFECT OF BRACHIAL PLEXUS BLOCK ON THE INCIDENCE OF ARTERIAL HYPOTENSION AND BRADYCARDIA EVENTS DURING SHOULDER ARTHROSCOPY IN ADOLESCENTS

© K.S. Trukhin<sup>1</sup>, D.V. Zabolotskii<sup>2, 3</sup>, V.A. Koriachkin<sup>2</sup>, O.V. Kuleshov<sup>1</sup>, K.I. Zakharov<sup>1</sup>, A.A. Cherednichenko<sup>1</sup>, A.Yu. Kulikov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Clinic of High Medical Technologies named after N.I. Pirogov, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;

<sup>3</sup> H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia

■ For citation: Trukhin KS, Zabolotskii DV, Koriachkin VA, et al. Effect of brachial plexus block on the incidence of arterial hypotension and bradycardia events during shoulder arthroscopy in adolescents. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2020;8(1):35-42. <https://doi.org/10.17816/PTORS17538>

Received: 25.10.2019

Revised: 18.02.2020

Accepted: 10.03.2020

**论证:** 在关节镜手术中, 以半坐的姿势进行肩关节手术时, 臂丛间组织封闭的技术方面的作用, 即诱发动脉性低血压和心动过缓的突然发作, 还没有明确的定义。

**目的**是评估通过间质通路进行臂丛神经封闭对青少年在关节镜手术中以半坐姿进行肩关节的低血压-心动过缓发作的影响。

**材料与方法。** 回顾性分析288例肩关节半坐性内窥镜手术合并肱神经丛封闭及间质通路的患者的麻醉情况。第1组 ( $n = 23$ ) 使用神经刺激进行局部封闭, 第2组 ( $n = 70$ ) 使用神经刺激和超声导航不重新定位针头, 第3组 ( $n = 195$ ) 使用神经刺激和超声多精度重新定位针头。

**结果。** 288例患者中有26例 (9%) 出现低血压性心动过缓。所有组中出现这些并发症的频率有统计学差异: 第一组—10例 (43.48%), 第二组—15例 (21.43%), 第三组—1例 (0.51%) ( $p = 0.000$ )。低血压-心动过缓发作与局麻药量的直接相关关系 ( $r = 0.405$ ;  $p < 0.05$ )、霍纳综合征 ( $r = 0.684$ ;  $p < 0.05$ )。

**结论。** 通过双导航法和小剂量局部麻醉药的靶向给药对肱神经丛神经间质通路的阻断可降低低血压-心动过缓发作的风险。霍纳综合征可以被认为是低血压-心动过缓发展的早期预测因素。

**关键词:** 低血压-心动徐缓; 阻塞肱神经丛与间质通路; 肩关节镜手术; 霍纳氏综合征。

**Background.** The role and significance of the technical aspects of interscalene brachial plexus block in the occurrence of sudden arterial hypotension and bradycardia events during shoulder arthroscopy in a semi-sitting position are ambiguous.

**Aim.** The study aimed to assess the effect of interscalene brachial plexus block on the incidence of hypotension-bradycardia events during shoulder arthroscopic surgery in adolescents in a semi-sitting position.

**Materials and methods.** This retrospective analysis of anesthesia protocols included 288 patients who underwent arthroscopic shoulder surgery in a semi-sitting position under the interscalene brachial plexus block. Regional blockades were performed with neurostimulation in Group 1 ( $n = 23$ ), neurostimulation and ultrasound navigation without repositioning the needle in Group 2 ( $n = 70$ ), and neurostimulation and ultrasound navigation with multiple precision repositioning the needle in Group 3 ( $n = 195$ ).

**Results.** Hypotension-bradycardia events were detected in 26 patients out of 288 (9%). There was a statistically significant difference in the frequency of hypotension-bradycardia in all groups: 10 (43.48%) in Group 1, 15 (21.43%) in Group 2, and 1 (0.51%) in Group 3 ( $p = 0.000$ ). A direct correlation between hypotension-bradycardia episodes and local anesthetic volume ( $r = 0.405$ ;  $p < 0.05$ ), and Horner's syndrome ( $r = 0.684$ ,  $p < 0.05$ ) was found.

**Conclusions.** Interscalene brachial plexus block with a target delivery of low volume of local anesthetic and dual navigation reduces the risk of hypotension-bradycardia. Horner's syndrome can be considered an early predictor of hypotension-bradycardia events.

**Keywords:** hypotension-bradycardia events; interscalene brachial plexus block; arthroscopic shoulder surgery; Horner's syndrome.

术中血流动力学参数的稳定性是影响麻醉病人安全的因素之一。与关节镜患者的干预措施的肩膀半坐着或《躺椅》位置（提高操作表的头端45-80°和收缩臀部和膝盖），与间隙条件下臂神经丛的封闭访问，有一个高概率的发展中动脉低血压-心动徐缓集的频率，根据文献为13-28%[1-3]。在某些情况下，动脉低血压和心动过缓会导致循环停止。的主要原因发展的动脉低血压和心动过缓患者的立场《躺椅》被认为是Bezold-Yarisch反射的发展由于下肢血液的重新分配，刺激受体的《空》的左心室，血管舒缩中枢和迷走神经核心[4]。目前，对于并发症的诱发因素还没有明确的认识[5]。特别是，众所周知，动脉低血压和心动过缓综合症的发展的背景下，过度镇静和芬太尼的使用[6, 7]的肾上腺素在局部麻醉的解决方案或一个灌溉解决方案[2, 8, 9]，当执行封闭右边[6]。任何作者在用间质通路封闭肱神经丛时，均使用感觉异常或自发性收缩法对神经刺激作出反应，并使用大量（30.0至50.0 ml）局麻药[3, 10, 11]。

我们只知道一项研究，其中神经刺激与超声导航相结合，局部麻醉药的体积是13-18ml[2]。已有研究证明，超声控制外周封闭可以减少局麻药的用量[12, 13]，但较低的麻醉用量能否降低动脉低血压和心动过缓的发生率尚不清楚[5]。

因此，在现有的文献中，没有描述间质通路封闭肱神经丛在预防动脉低血压和心动过缓方面的技术方面的作用和重要性。

**目的**是评估在肩关节手术中实施间质通路臂丛神经封闭技术对动脉低血压和心动过缓发生率的影响。

## 材料与方法

经俄罗斯卫生部Saint Petersburg State Pediatric Medical University地方伦理委员会批准后，对2011-2019年288例青少年肩关节镜手术患者的麻醉方案进行回顾性分析。

**纳入研究的标准：**在间质通路封闭肱神经丛条件下对有意识或表面镇静（Ramsay量表不超过3分）、半坐位（《躺椅》）的患者进行手术。排除标准：头臂血管病理、脑循环、起搏器、心脏传导系统、晕厥病史、I-II度呼吸衰竭的慢性呼吸系统疾病、术中控制性低血压、深度药物镇静（Ramsay4分以上）。

该研究包括288例16岁，之后再输注（晶体溶液500毫升），术前用药法（芬太尼在50-100 μg一剂，0.5-1 μg / 公斤，安定在5-10毫克的剂量，酮洛芬静脉注射剂量100毫克）执行间质通路封闭肱神经丛。根据进行间质通路封闭肱神经丛的方法，将患者分为三组（表1）。

间质通路封闭肱神经丛第一组病人进行使用神经刺激器（Stimuplex HNS12, B. Braun, 德国：1-0.5, 1赫兹，0.1 ms）根据G. Meier[14]使用20-30毫升0.5%罗哌卡因封锁臂和10-15毫升0.2%罗哌卡因表面颈丛的分支的封锁。为了确定麻醉总剂量，我们以3 mg / kg罗哌卡因的计算剂量为指导。

在第二组，间质通路封闭肱神经丛进行超声波控制（Sonosite M-Turbo, Sono-site, 美国：12 MHz线性传感器，横向扫描在椎骨级别C<sub>6</sub>-C<sub>7</sub>与横向的访问和烈度可视

表1

患者一般鉴定

鉴定	第一组 (n=23)	第二组 (n=70)	第三组 (n=195)	p
年龄, 岁	18 [17; 18]	18 [17; 18]	18 [17; 18]	0.97
性别, 男/女, n, %	16/7 (70/30)	49/21 (70/30)	127/68 (65/34)	0.72
高度, 米	1.74 [1.68; 1.78]	1.74 [1.62; 1.8]	1.75 [1.66; 1.8]	0.74
体重, 公斤	64 [59; 70]	64 [56; 74]	65 [59; 73]	0.69
身体质量参数	21.6 [20.9; 22.5]	21.6 [20.9; 22.8]	21.8 [21.1; 22.8]	0.67
ASA, I/II, n	19/4	59/11	170/25	0.74

注: ASA (英文的American Society of Anesthesiologist) 是美国麻醉医师学会围手术期风险量表。

化针) 和使用神经刺激 (Stimuplex HNS12, B. Braun, 德国: 0.5 mA, 1赫兹, 0.1 ms)。针头被移至中干, 在接受神经肌肉反应 (肩部二头肌收缩) 后, 注射20-30ml 0.5%的罗哌卡因, 不再重新定位, 利用超声导航控制其在间质空间的分布到臂丛筋膜下的所有元素。然后, 用10毫升0.2%罗哌卡因封闭颈丛表面分支。为了确定麻醉总剂量, 我们着重于超声标准来确定溶液在臂神经丛和颈神经丛的所有元素的分布, 但不超过3 mg/kg罗哌卡因的总剂量。

在第三组, 间质通路封闭腋神经丛下进行超声导航 (Sonosite M-Turbo, Sonosite, 美国: 12 MHz线性传感器, 横向扫描在C<sub>6</sub>-C<sub>7</sub>椎骨的水平横向的访问和烈度可视化针) 和神经刺激 (Stimuplex HNS12, B. Braun, 德国: 0.5 mA, 1赫兹, 0.1 ms) 与选择性臂丛树干的封闭。这是通过重复的针的重新定位和从每个位置引入不超过0.5-1毫升的单独的局麻药来实现的。这种溶液分布在臂丛的每个主干周围, 它决定了必要的局部麻醉剂量。总剂量为7-10 ml 0.5%罗哌卡因用于臂丛阻滞

(见图1), 5-7 ml 0.2%罗哌卡因用于颈丛表面分支阻滞[15]。

封闭的交感神经成分的质量是由灌注指数的增加来决定的, 灌注指数是通过封堵前和封堵后15分钟在动手术的肢体手的第二指的指甲指骨上的脉搏血氧计来测量的。封闭后15分钟评估封闭运动部分的质量: 肩部三角肌、肱二头肌和肱三头肌主动运动的可能性 (0—是, 1—否)。封闭后15分钟, 用针扎法测定C<sub>4</sub>-Th<sub>1</sub>皮肤节段的深度: 0—完全保留敏感性, 1—中度降低敏感性, 2—完全麻醉。记录霍纳综合征的发展: 0—缺失, 1—存在。

封闭后, 病人被转移到《躺椅》位置。通过鼻插管供氧。镇静深度用Ramsay量表评定。在情绪不稳定的患者中, 丙泊酚以每小时0.5-1 mg/kg的速度静脉注射, 以达到2-3点的镇静水平。考虑局麻药溶液用量、术中镇静、麻醉性镇痛药的用量。

心率 (HR)、血压每5分钟用多功能监护仪测量一次 (IntelliVue MP50, Philips,

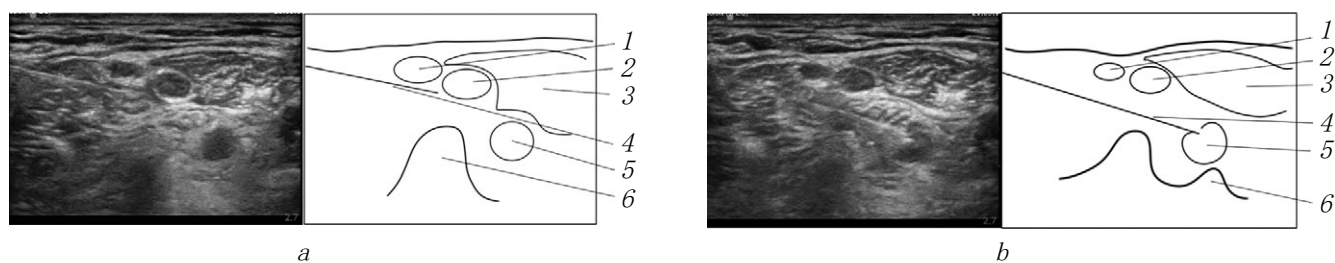


图1. 上、中 (a)、下 (b) 臂丛干外侧通路封闭: 1—上臂丛干; 2—臂丛的中间干; 3—前斜角肌; 4—针; 5—臂丛的下干; 6—C<sub>7</sub>椎体

德国)。根据诊断标准记录动脉低血压和心动过缓发作S. Y. Song (2012年): 在5分钟的间隔内每分钟至少降低30次心率; 或者心率下降低于每分钟50次; 和/或收缩压降低超过30毫米汞柱每隔五分钟; 或收缩压低于90mm 毫米汞柱[5]。

使用Statistica 10软件包(StatSoft, 美国)进行统计处理。使用Shapiro-Wilk检验对分布的正态性进行了检查。定量变量以中位数(Me)和四分位范围(第25和第75百分位 -  $[Q_1; Q_3]$ ), 平均值和置信区间。定量变量比较使用Kruskal-Wallis检验。比较分类变量, 使用 $\chi^2$ 标准。确切的Fisher测试是用来比较二进制变量和限制使用 $\chi^2$ 标准。重复测量比较使用方差分析(ANOVA)。利用Spearman秩相关系数对各变量之间的关系进行了评价。 $P$ 值 $<0.05$ 为差异有统计学意义。采用Mann-Whitney  $U$ 检验进行根据经验的两两比较,  $p < 0.017$ 为显著性水平。

## 结果

转移到躺椅位后, 26例(9%)患者在13.2  $\pm$  3.7分钟后发生动脉低血压和心动过缓。此外, 与第一组和第二组相比,

第三组动脉低血压和心动过缓发生的频率明显降低( $p = 0.000$ )。在分析一般样本中动脉低血压和心动过缓的出现对超声导航使用的依赖关系时, 得到微弱的正相关关系( $r = 0.354$ ;  $p < 0.05$ ) (表2)。

在 $C_4$ - $C_7$ 节段无明显差异的情况下, 按 $C_8$ 和 $Th_1$ 皮节段感觉封闭程度( $p = 0.000$ ), 组间差异有统计学意义。在一般样本中, 动脉低血压和心动过缓与感觉阻滞在 $C_8$  ( $r = 0.365$ )、 $Th_1$  ( $r = 0.381$ )水平上存在弱相关关系; 动脉低血压和心动过缓与麻醉方法的关系( $r = -0.456$ ;  $p < 0.05$ ), 局麻药体积  $r = 0.435$ ; ( $p < 0.05$ ) (图2)。

动脉低血压和心动过缓与封闭后灌注指数的升高之间存在微弱的直接关系( $r = 0.448$ ;  $p < 0.05$ ), 以及局麻药体积与灌注指数之间( $r = 0.428$ ;  $p < 0.05$ )。

两组间臂丛神经封闭局麻药用量与第一组最大用量比较, 差异有统计学意义( $p = 0.000$ ) (图3)。在根据经验的分析中, 第一组与第三组、第二组与第三组比较差异有统计学意义( $p < 0.017$ )。

表2

动脉性低血压-心动过缓和麻醉特点

指标	第一组 ( $n = 23$ )	第二组 ( $n = 70$ )	第三组 ( $n = 195$ )	$p$
动脉低血压和心动过缓, 动脉低血压和心动过缓, $n$ (%)	10 (43.48)	15 (21.43)*	1 (0.51)*†	0.000
右边的间质通路封闭腋神经丛, $n$ (%)	13 (56.52)	46 (65.71)	124 (63.59)	0.73
局麻药的体积, ml	30 [30; 35]	30 [28; 34]	15 [15; 18]*†	0.000
芬太尼, mcg (50/100)	17/6	60/10	172/23	0.164
灌注指数最初	1.0 [0.8; 1.8]	1 [0.7; 1.6]	0.9 [0.7; 1.5]	0.33
$\Delta$ 封闭的灌注指数	15 [8.3; 18.3]	11 [6.6; 15.8]	8.2 [6.1; 10.3]*†	0.002
感觉封闭的程度的深度: $C_8$ 皮刀 (0/1/2) $Th_1$ 皮刀 (0/1/2)	0/0/23 0/0/23	0/0/70 1/0/70*	85/106/4*† 98/97/0*†	0.000 0.000
感觉封闭的延续, 小时	14 [13; 17]	13 [11; 15]*	12 [10; 14]*†	0.000
霍纳氏综合征	17 (73.91)	24 (34.29)*	2 (1.03)*†	0.000

注: 间质通路封闭腋神经丛;  $\Delta$ PI — 灌注指数增加; \*与第一组比较 $p < 0.017$ ; † $p < 0.017$ 与第二组相比。

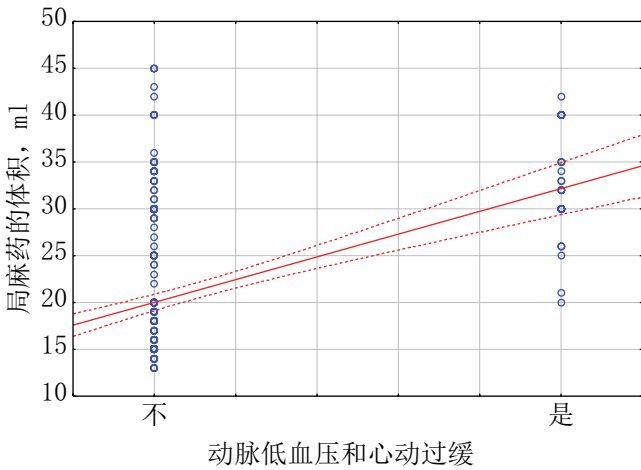


图 2。局麻药用量与动脉低血压、心动过缓发作的事件 ( $r=0.435$ ;  $p<0.05$ ; 95%CI)

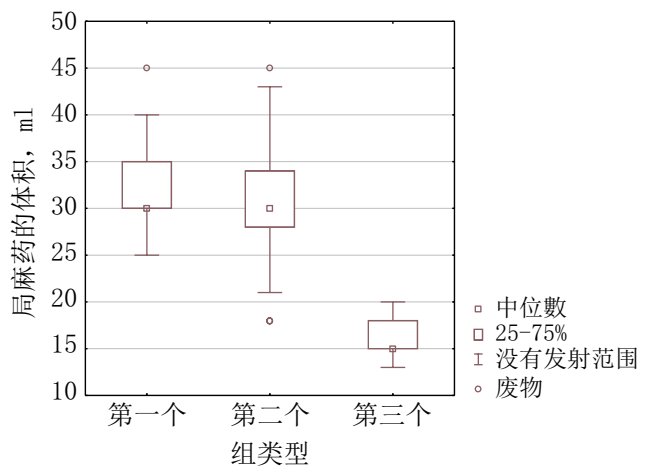


图 3。臂丛阻滞局麻液量 ( $p<0.05$ )

镇静深度 ( $p=0.45$ )、输血量 ( $p=0.16$ )、芬太尼用量 ( $p=0.16$ )、地西洋用量 ( $p=0.13$ )、异丙酚用量 ( $p=0.077$ ) 组间差异无统计学意义。

霍纳综合征44例 (15.28%)，第一组18例 (78.26%)，第二组24例 (34.29%)，第三组2例 (1.03%) ( $p=0.000$ )。动脉低血压和心动过缓与霍纳综合征之间存在直接平均关联 ( $r=0.684$ ;  $p<0.05$ )。在评估作为动脉低血压和心动过缓发展预测因子的霍纳综合征时，敏感性为92.3%，特异性为92.7%，阳性结果的绝对风险为55.8%。

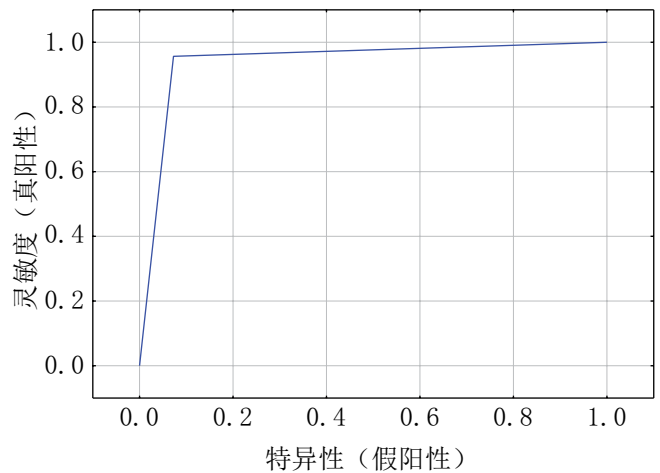


图 4。霍纳综合征时动脉性低血压-心动过缓预后的ROC分析

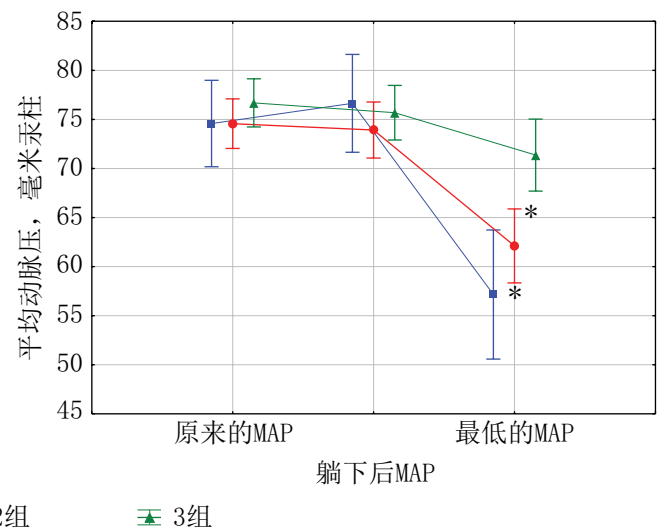
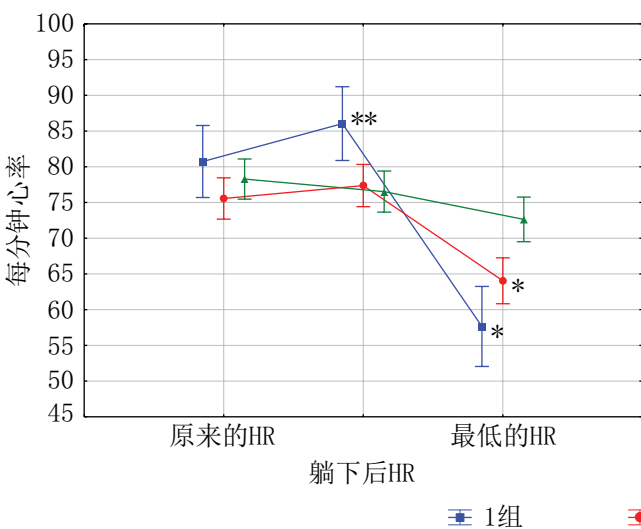


图 5。各组心率和平均动脉压的变化分析 (数据以均数和95% CI表示)。\*与第三组比较 $p<0.05$ ; \*\*与原来的指标比较 $p<0.05$ 。HR — 心率; MAP — 平均动脉压

在没有霍纳综合征的情况下，发生动脉低血压和心动过缓的几率为0.078，优势比为153.5；95%CI[33, 7；69, 9]。

在ROC分析中，AUC为0.925（图4），这说明该模型在评估霍纳综合征在预测动脉低血压和心动过缓发生中的诊断意义方面具有良好的预后质量。

在评价血流动力学参数时，第一组和第二组的心率和平均血压的最小值与第三组比较有显著性差异（ $p < 0.05$ ）。此外，第一组患者躺卧《躺椅》体位后的心率与初始心率呈正相关趋势，差异有统计学意义（ $p < 0.05$ ）（图5）。

## 讨论

在我们的研究中，总样本中动脉低血压和心动过缓的发生率为9%，是文献报道的少1.5—3倍，文献报道的并发症发生率为13—28%[3, 5, 8]。在我们看来，这是由于局麻药量的减少，以及超声导航和神经刺激的使用。第一组动脉低血压和心动过缓发生频率为43.48%，是G. A. Liguori（1998年）和J. H. Kim（2015年）研究的多1.5倍[3, 10]。第三组中，动脉低血压和心动过缓的注册率仅为0.51%。

昂丹司瓊的使用，根据S. Nallam（2015年），允许动脉低血压和心动过缓从22.44到6.1%[11]，减少和预防管理 $\beta$ -阻滞剂美托洛尔（5毫克美托洛尔），根据G. A. Liguori（1998年），28日至5%（ $p = 0.004$ ）[10]。

Bezold-Yarish的诱因之一反射的初始高度收缩性被认为是《空》的心脏，预防与 $\beta$ -阻滞可以进行的[4, 8, 10]。然而，预期的效果并不总是达到[1]。根据A. Chierichini（2015年）研究发现，灌注

液中去甲肾上腺素替代肾上腺素可使动脉低血压和心动过缓从28.4降低到8.3%[2]。本例中，在超声和神经刺激的联合应用中使用了相似体积的局麻药（13.0—18.0 ml）。麻醉剂被注入臂丛神经或根 $C_5$ — $C_6$ 的上躯干，麻醉剂扩散到所有躯干。根据我们的数据，术中使用芬太尼并不影响动脉低血压和心动过缓的发生率。S. Nallam和S. Dara（2015年）也得到了相同的结果[11]。我们没有注意到右手和左手对臂丛的访问在统计学上的差异，不像K. Seo（2010年）[6]和M. Simoforidou（2013年）[16]。

根据我们的分析结果，我们确定了霍纳综合征发生频率与局麻药用量的关系，这证实了R. Sukhani（1994年）关于局麻药用量与星状神经节阻滞发生频率直接相关的观点[17]。关于霍纳综合征发生频率的文献资料不明确，许多作者在使用20 ml和40 ml局麻药治疗间质通路封闭腋神经丛时未发现差异[18]。在尸体实验中，G. Feigl（2006年）[19]发现，根据Winnie技术引入的30ml染料在交感干染色的间隙沟中向腹侧和背侧前斜角肌扩散。也许，这容量可被认为是至关重要的发展封闭交感神经节。但是，注射部位也要考虑。因此，根据B. Kim（2017年）的研究，当使用20.0 ml麻醉注射间质通路时，霍纳氏综合征不存在，而使用20.0 ml麻醉注射锁骨上通路时，24例患者中有2例（8.3%）出现霍纳氏综合征[20]。

数据显示，霍纳氏综合征的发展并不依赖于超声导航、神经刺激器，或两者的组合，如果使用20毫升局麻药[21]，但有依赖于年龄。作者认为超声控制和神经刺激联合应用是有前途的，但由于给药的准确性，可减少麻醉剂量和霍纳综合征的发生频率。我们的数据在第三组使用双导航和定向选择性局麻药交付证实这些假设。

进一步减少局麻药的体积被认为是不合适的，因为封锁时间的减少[22]。在我们的

研究中, 我们没有发现霍纳综合征和年龄之间的相关性 ( $r = 0.017$ ;  $p < 0.05$ )。而霍纳综合征与动脉低血压和心动过缓的直接关系 ( $r = 0.684$ ;  $p < 0.05$ ) 证实了K. Seo的假设(2010年)和S. Song等(2012年)认为星状神经节封闭可导致动脉低血压和心动过缓[6, 5]。

## 结论

超声导航下经间质通路封闭臂丛神经并使用神经刺激可减少局麻药用量, 保证选择性靶向给药, 降低动脉性低血压-心动过缓的发生率。霍纳综合征应该被认为是动脉低血压-心动过缓发作的早期预测因素。

## 附加信息

**资金来源。** 这项研究没有赞助商的支持。

**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。** 这项研究是按照道德标准开展世界医学协会赫尔辛基宣言的修改由卫生部批准的俄罗斯和联邦政府预算教育伦理委员会建立高等教育Saint Petersburg State Pediatric Medical University俄罗斯卫生部(12/1号记录2018年10月12日)。患者代表签署了一份知情同意书, 同意参与研究, 并在没有身份证明的情况下发表数据。

## 作者贡献

*K. S. Trukhin* — 负责研究方法和设计的发展。写文章的所有部分。数据收集与分析, 文献分析。

*D. V. Zabolotskii* — 负责研究方法的开发与设计, 文章的舞台编辑。

*V. A. Koriachkin* — 负责逐步编辑的文章。

*O. V. Kuleshov* — 负责研究方法和设计的发展。

*K. I. Zakharov, A. A. Cherednichenko, A. Yu. Kulikov* — 负责数据收集和分析。

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. Kahn RL, Hargett MJ. Beta-adrenergic blockers and vasovagal episodes during shoulder surgery in the sitting position under interscalene block. *Anesth Analg Analgesia*. 1999;88(2):378-381. <https://doi.org/10.1097/00000539-199902000-00029>.
2. Chierichini A, Frassanito L, Vergari A, et al. The effect of norepinephrine versus epinephrine in irrigation fluid on the incidence of hypotensive/bradycardic events during arthroscopic rotator cuff repair with interscalene block in the sitting position. *Arthroscopy*. 2015;31(5):800-806. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.02.030>.
3. Kim JH, Song SY, Ryu T, et al. Changes in heart rate variability after sitting following interscalene block. *Clin Auton Res*. 2015;25(5):327-333. <https://doi.org/10.1007/s10286-015-0312-z>.
4. Tetzlaff JE. Cousins and Bridenbaugh's neural blockade in clinical anesthesia and pain medicine. *Mayo Clin Proc*. 2010;85(7):e51. <https://doi.org/10.4065/mcp.2010.0230>.
5. Song SY, Roh WS. Hypotensive bradycardic events during shoulder arthroscopic surgery under interscalene brachial plexus blocks. *Korean J Anesthesiol*. 2012;62(3):209. <https://doi.org/10.4097/kjae.2012.62.3.209>.
6. Seo KC, Park JS, Roh WS. Factors contributing to episodes of bradycardia hypotension during shoulder arthroscopic surgery in the sitting position after interscalene block. *Korean J Anesthesiol*. 2010;58(1):38-44. <https://doi.org/10.4097/kjae.2010.58.1.38>.
7. Song SY, Son SH, Kim SO, Roh WS. Intravenous fentanyl during shoulder arthroscopic surgery in the sitting position after interscalene block increases the incidence of episodes of bradycardia hypotension. *Korean J Anesthesiol*. 2011;60(5):344-350. <https://doi.org/10.4097/kjae.2011.60.5.344>.
8. D'Alessio JG, Weller RS, Rosenblum M. Activation of the Bezold-Jarisch reflex in the sitting position for shoulder arthroscopy using interscalene block. *Anesth Analg*. 1995;80(6):1158-1162. <https://doi.org/10.1097/00000539-199506000-00016>.
9. Sia S, Sarro F, Lepri A, Bartoli M. The effect of exogenous epinephrine on the incidence of hypotensive/bradycardic events during shoulder surgery in the sitting position during interscalene block. *Anesth Analg*.

- 2003;97(2):583-588, table of contents. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000070232.06352.48>.
10. Liguori GA, Kahn RL, Gordon J, et al. The use of metoprolol and glycopyrrolate to prevent hypotensive/bradycardic events during shoulder arthroscopy in the sitting position under interscalene block. *Anesth Analg*. 1998;87(6):1320-1325. <https://doi.org/10.1213/00000539-199812000-00020>.
  11. Nallam SR, Dara S. Effect of intravenous ondansetron on reducing the incidence of hypotension and bradycardia events during shoulder arthroscopy in sitting position under interscalene brachial plexus block: A prospective randomized trial. *Indian J Anaesth*. 2015;59(6):353-358. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.158739>.
  12. Conroy PH, Awad IT. Ultrasound-guided blocks for shoulder surgery. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2011;24(6):638-643. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e32834c155f>.
  13. Gautier P, Vandepitte C, Ramquet C, et al. The minimum effective anesthetic volume of 0.75% ropivacaine in ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg*. 2011;113(4):951-955. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31822b876f>.
  14. Майер Г., Бюттнер Й. Периферическая регионарная анестезия: атлас / под ред. П.Р. Камчатнова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 260 с. [Mayer G, Byuttner J. Perifericheskaya regionarnaya anesteziya: atlas. Ed. by P.R. Kamchatnov. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy; 2010. 260 p. (In Russ.)]
  15. Патент РФ на изобретение № 2610883/17.02.2017. Бюл. № 5. Трухин К.С., Кулешов О.В., Заболотский Д.В., и др. Способ межлестничной анестезии при артроскопических оперативных вмешательствах на плечевом суставе. [Patent RUS No. 2610883/17.02.2017. Byul. No. 5. Trukhin KS, Kuleshov OV, Zabolotskiy DV, et al. Sposob mezhlestnichnoy anestezii pri artroskopicheskikh operativnykh vmeshatel'stvakh na plechevom sustave. (In Russ.)]
  16. Simeoforidou M, Vretzakis G, Chantzi E, et al. Effect of interscalene brachial plexus block on heart rate variability. *Korean J Anesthesiol*. 2013;64(5):432-438. <https://doi.org/10.4097/kjae.2013.64.5.432>.
  17. Sukhani R, Barclay J, Aasen M. Prolonged Horner's syndrome after interscalene block: a management dilemma. *Anesth Analg*. 1994;79(3):601-603. <https://doi.org/10.1213/00000539-199409000-00038>.
  18. Maalouf DB, Dorman SM, Sebeo J, et al. Prospective, randomized double-blind study: does decreasing interscalene nerve block volume for surgical anesthesia in ambulatory shoulder surgery offer same-day patient recovery advantages? *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41(4):438-444. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000418>.
  19. Feigl G, Fuchs A, Gries M, et al. A supraomohyoidal plexus block designed to avoid complications. *Surg Radiol Anat*. 2006;28(4):403-408. <https://doi.org/10.1007/s00276-006-0113-0>.
  20. Kim BG, Han JU, Song JH, et al. A comparison of ultrasound-guided interscalene and supraclavicular blocks for post-operative analgesia after shoulder surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2017;61(4):427-435. <https://doi.org/10.1111/aas.12864>.
  21. Stasiowski M, Zuber M, Marciniak R, et al. Risk factors for the development of Horner's syndrome following interscalene brachial plexus block using ropivacaine for shoulder arthroscopy: a randomised trial. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2018;50(3):215-220. <https://doi.org/10.5603/AIT.a2018.0013>.
  22. Fredrickson MJ, Abeysekera A, White R. Randomized study of the effect of local anesthetic volume and concentration on the duration of peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med*. 2012;37(5):495-501. <https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3182580fd0>.

### Information about the authors

**Konstantin S. Trukhin\*** — MD, anesthesiologist and intensive care specialist, Clinic of High Medical Technologies named after N.I. Pirogov, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-5410-0467>. E-mail: [k\\_truhin\\_dok@mail.ru](mailto:k_truhin_dok@mail.ru).

**Dmitrii V. Zabolotskii** — MD, PhD, D.Sc., Professor, Head of the Chair of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Pediatrics, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; Senior Research Associate of the Department of Spine Pathology and Neurosurgery, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-6127-0798>.

**Viktor A. Koriachkin** — MD, PhD, D.Sc., Professor, Department of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Pediatrics, Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-3400-8989>.

**Oleg V. Kuleshov** — MD, PhD, Head of the Anesthesiology and Intensive Care Department, Clinic of High Medical Technologies named after N.I. Pirogov, Saint Petersburg University; Associate Professor of the Department of Anesthesiology and Reanimatology, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-5177-2527>.

**Kirill I. Zakharov** — MD, Orthopedic and Trauma Surgeon of the Traumatology Department, Clinic of High Medical Technologies named after N.I. Pirogov, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-1440-4308>.

**Andrei A. Cherednichenko** — MD, anesthesiologist and intensive care specialist, Clinic of High Medical Technologies named after N.I. Pirogov, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-4290-4206>.

**Aleksei Yu. Kulikov** — MD, PhD, anesthesiologist and intensive care specialist, Clinic of High Medical Technologies named after N.I. Pirogov, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-0130-253X>.