

# 超声引导下局麻药物复合辅助药物用于臂丛神经阻滞效果研究

徐玉<sup>1,2\*</sup>, 谭艳卿<sup>1</sup>, 杜晓宣<sup>1,2#</sup>

<sup>1</sup>新疆医科大学第六临床医学院, 新疆 乌鲁木齐

<sup>2</sup>新疆医科大学第六附属医院麻醉科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年7月26日; 录用日期: 2023年8月16日; 发布日期: 2023年8月23日

## 摘要

臂丛神经阻滞麻醉是局部麻醉中的一种, 是将局部麻醉药注入臂丛神经周围使其所支配的区域产生神经传导阻滞的麻醉方法, 为临床上常用的局部麻醉方法之一。近年来随着手术部位和方式的精确, 臂丛神经阻滞麻醉被广泛应用于各种上肢手术中。在上肢解剖结构中, 神经常伴行血管, 随着可视化技术的发展, 目前临床中的穿刺技术有了巨大的发展, 超声引导下的臂丛神经阻滞麻醉较前使用盲法穿刺注射取得了较好的效果, 有能够缩短操作时间、减少血管神经的穿刺伤害等优点。目前临床上多采用腋路法及肌间沟入路法, 罗哌卡因作为局部麻醉药物被广泛应用于臂丛神经阻滞麻醉, 多数国内外研究证明, 在臂丛神经阻滞麻醉中单独使用罗哌卡因, 存在阻滞不完善、起效慢等缺点, 且多数患者认为手术后局麻药神经阻滞时效过后, 疼痛出现明显, 常影响患者术后正常生活及康复训练。

## 关键词

臂丛麻醉, 罗哌卡因, 辅助药物

# Effect of Ultrasound-Guided Local Anesthesia Combined with Adjuvant Drugs on Brachial Plexus Block

Yu Xu<sup>1,2\*</sup>, Yanqing Tan<sup>1</sup>, Xiaoxuan Du<sup>1,2#</sup>

<sup>1</sup>Sixth Clinical Medical School of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

<sup>2</sup>Department of Anesthesiology, Sixth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Jul. 26<sup>th</sup>, 2023; accepted: Aug. 16<sup>th</sup>, 2023; published: Aug. 23<sup>rd</sup>, 2023

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 徐玉, 谭艳卿, 杜晓宣. 超声引导下局麻药物复合辅助药物用于臂丛神经阻滞效果研究[J]. 临床医学进展, 2023, 13(8): 13484-13492. DOI: 10.12677/acm.2023.1381882

## Abstract

Brachial plexus block anesthesia is a kind of local anesthesia. It is an anesthesia method of injecting local anesthetic around the brachial plexus nerve to produce nerve conduction block. It is one of the commonly used local anesthesia methods in clinical practice. Recently, with the precision of the surgical site and manner, brachial plexus block anesthesia has been widely used in various upper limb surgeries. In the upper limb anatomy, nerves often accompany blood vessels, with the development of visualization technology, the current clinical puncture technology has the great development, ultrasound guidance under the brachial plexus nerve block anesthesia than before using blind puncture injection has achieved better results, can shorten the operation time and reduce the vascular nerve puncture injury, etc. Currently, in clinical axillary method and muscle groove method, ropivacaine as a local anesthetic drug is widely used in brachial plexus nerve block anesthesia, Most studies at home and abroad have proved that the use of ropivacaine alone in brachial plexus block has the disadvantages of imperfect block, slow onset, etc. and most patients think that after surgery local anesthetic nerve block time, pain is obvious, which often affects patients with postoperative normal life and rehabilitation training.

## Keywords

Brachial Plexus Anesthesia, Ropivacaine, Adjuvant Medication

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

单一使用罗哌卡因(Ropivacaine)进行臂丛神经麻醉(Brachial plexus anesthesia)存在阻滞不全、起效时间较慢、维持时间较短等问题,引起患者对阻滞效果的不满。针对此临床问题,国内外学者进行了不同的探索和尝试。目前得到大家较为认可的方法是通过改良局麻药及其配伍,提高麻醉阻滞效果,同时延长阻滞时间及术后镇痛时间,进而减少术后阿片类药物(Opioids)的使用,降低不良反应[1] [2] [3]。本文将阐述超声引导下局麻药物复合辅助药物用于臂丛神经阻滞效果的研究。

## 2. 臂丛神经阻滞

臂丛神经由第5~8颈神经前支和第1胸神经前支的大部分组成,经斜角肌间隙穿出,行于锁骨下动脉后上方,经锁骨后方进入腋窝。臂丛的分支分布于胸上肢肌、上肢带肌、背浅层肌以及臂、前臂、手的肌肉,关节,骨和皮肤。臂丛神经阻滞是局部麻醉中的一种,与全身麻醉相比,上肢手术的区域麻醉有几个优点,包括术后镇痛效果较好,恶心呕吐更少,血流动力学更稳定,副作用更少,并发症也较少[4]。临床中最常用臂丛阻滞的是肌间沟入路和腋窝入路,阻断臂丛的方法取决于指征、计划的手术或操作部位、患者特异性体型、医学合并症和个体解剖学变异。手术时间对首选入路的影响不大,但对局麻药的选择以及区域麻醉是否为指征麻醉技术有重要影响。因此,了解上肢解剖和神经支配是选择最合适的区域麻醉技术时,选择最合适的区域麻醉技术的基础。

### 2.1. 肌间沟入路臂丛神经阻滞

肌间沟入路:肌间沟间阻滞发生在胸锁乳突肌锁骨头外侧,紧挨着第6或第7颈椎。在这个水平上,

臂丛神经由颈 5、6、7 神经根或上、中神经干组成。肌间沟入路可阻滞颈神经丛及臂神经丛，适用于肩部及肱骨近端的手术麻醉，但对尺神经的阻滞不完全。肩关节及其附着的肌肉的由腋窝神经和肩胛上神经支配，均起源于 C5 和 C6 神经根，锁骨上神经是颈浅丛的一个分支，其支配的区域为肩部的部分皮肤，肩关节的复杂性使肩部手术成为术后最痛苦的时期之一，特别是在开放手术的情况下。因此，它们是局部麻醉的一个极好的适应症，肌间沟阻滞可以提供高质量的麻醉和镇痛效果。

## 2.2. 腋窝入路臂丛神经阻滞

腋窝入路：腋窝臂丛神经阻滞在腋窝区域进行，正中神经、桡神经和尺神经都伴行在腋窝动脉周围，肌皮神经通常存在于喙肱肌中，或在喙肱肌和肱二头肌之间。腋窝入路可提供满意的尺神经阻滞，适用于肘关节以远端的手术麻醉。前臂及手多数由正中、尺、桡、肌皮和内侧皮神经支配，大量的前臂及手的外科手术都是使用止血带进行的，患者对止血带的耐受性取决于对其远端所有肌肉的充分麻醉，即桡神经、正中神经、尺神经和肌皮神经。此外，阻滞肌皮神经可以使止血带下的皮肤麻醉从而可以充分缓解患者在止血带充气时皮肤紧绷的不舒服感。

## 3. 臂丛神经阻滞用药

### 3.1. 局部麻醉药

局部麻醉药物用于执行各种区域麻醉技术，以提供术中麻醉和镇痛，以及治疗急性和慢性疼痛。局麻药分子由三部分组成：亲脂性芳香环、酯或酰胺链和末端胺[5]。碳氢链通过酯或酰胺连接到芳香环，这决定了局麻药的代谢机制。与酯类局部麻醉药相比，酰胺局部麻醉药已被证明其化学性质更稳定，发生过敏反应的风险更低。酯酰胺主要由血浆胆碱酯酶代谢，也称为假胆碱酯酶。降解速度相当快。相比之下，酰胺局麻药会发生肝脏降解，半衰期更长。

局部麻醉药物在临床实践中已被证明是安全可靠的物质，并且使区域阻滞麻醉获得巨大进步。目前已被证实，局麻药是通过质膜扩散，并可逆地抑制电压门控钠离子通道。通常，电神经元的兴奋会对轴突进行去极化刺激，激活并允许钠离子穿过它们的电化学梯度。局麻药中断动作电位，从而中断钠离子的流入，从而降低神经传导疼痛反应时的兴奋性[6]。

局部麻醉药物诱导的全身毒性目前很少见，但仍可能危及生命，通常由意外将药物注射进血管或广泛的全身吸收引起。因此，间歇性抽吸、缓慢和分次应用局部麻醉药物有助于预防毒性后遗症。但是，如果出现中毒症状，除了基本治疗措施外，静脉输注 20%脂质溶液可以提高治疗的成功率。

#### 3.1.1. 罗哌卡因

是临床中最常用的长效酰胺类局麻药，可通过阻断钠离子流入神经纤维细胞膜内，抑制神经纤维细胞产生动作电位，从而产生神经可逆性的阻滞。它与布比卡因、甲哌卡因结构相似，均属于左旋式麻醉药物，与右旋式结构麻醉药相比，具有明显的感觉与运动分离阻滞、外周血管收缩作用，用于臂丛神经阻滞可以取得较好的麻醉效果，并有取代布比卡因的趋势[7]。罗哌卡因是目前臂丛神经阻滞的常用局麻药，低浓度时运动-感觉神经阻滞分离、低心脏毒性、低神经毒性的特点较其他局麻药明显。小剂量时起效慢，药物浓度的改变对运动神经的阻滞起重要作用，浓度为 0.2%仅存在感觉神经阻滞，无运动神经阻滞，浓度为 0.75%可予以较完善的运动神经和感觉神经阻滞。罗哌卡因被广泛用于外科手术区域的局部麻醉、硬膜外麻醉和外周神经阻滞。

#### 3.1.2. 布比卡因(Bupivacaine)

是长效酰胺类局部麻醉药，布比卡因的镇痛时间可长达 72 小时，其麻醉时间比利多卡因长 2~3 倍，

作用时间较长可能与其缓慢释放有关。毒性是利多卡因的 4 倍, 相比较其他局麻药, 布比卡因存在对循环和呼吸的影响较小、对组织无刺激性、对受体有明显的阻断作用、无明显的快速耐受性等优点。可用于局部浸润麻醉、外周神经阻滞和椎管内阻滞。

### 3.1.3. 利多卡因(Lidocaine)

是临床中常用的中效酰胺类局麻药, 具有性能稳定、扩散能力强、穿透能力强、起效快等优点, 可广泛用于表面麻醉、浸润麻醉、神经阻滞、硬膜外麻醉等。利多卡因已被证明具有镇痛和抗痛觉过敏的特性, 是目前唯一一种系统用于术后疼痛管理的局麻药[8]。在不同部位使用利多卡因有不同的浓度, 在表面麻醉中浓度为 2%~4%, 局部浸润中为 0.25%~0.5%, 细神经阻滞为 1%~2%, 粗神经阻滞为 1.5%~2%。硬膜外麻醉 2%利多卡因有明显神经毒性, 且腰麻时平面难以调控, 所以一般不用于腰麻。利多卡因用于静脉注射可降低患者术后疼痛评分从而减少术后阿片类镇痛药物的使用。

## 3.2. 与局麻药物联合用药

罗哌卡因等局部麻醉药存在不足之处, 由于起效缓慢、阻滞维持时间短, 经常出现阻滞不全的现象, 导致临床效果受到限制。而 Liu [9]等研究证实, 0.25%或 0.5%罗哌卡因用于臂丛神经阻滞成功率仅为 70%。针对此临床问题, 国内外研究者已经探索了各种技术来延长局部麻醉神经阻滞的持续时间并提高其疗效。其中一些涉及将局麻药物与其他辅助药物复合使用, 一方面可减少局部麻醉药物的使用量, 降低局麻药物中毒风险, 另一方面辅助用药可作为佐剂使局部麻醉药物的麻醉效果延长, 降低患者术后疼痛反应, 提高患者满意度。

### 3.2.1. 肾上腺素(Adrenaline)

肾上腺素具有局部血管收缩作用, 微量儿茶酚胺肾上腺素能够减少注射部位区域的全身吸收及减少峰浓度, 并略微延长局部麻醉药物对神经结构的作用持续时间, 减轻全身毒性反应。近年来, 多项研究表明[10][11][12][13], 局麻药中加入肾上腺素用于神经阻滞麻醉, 其临床麻醉是安全有效的, 麻醉效果显著, 术后镇痛效果满意。

利多卡因与肾上腺素使用比为 1:20, 在利多卡因中加入肾上腺素会使镇痛的延迟。Prabhakar [14]等人推测麻醉溶液中 pH 值的变化可能是造成这种效应的原因。局部麻醉药的开始时间很大程度上受到电离和非电离形式的相对数量的影响。只有非电离形式的利多卡因才能通过间质组织和神经膜扩散。非电离性利多卡因的比例通过提高 pH 值而增加。

利多卡因联合大剂量肾上腺素(200 mcg/mL)用于腋窝神经阻滞可使运动阻滞和时间阻滞分别延长约 25 和 40 分钟, 但与心动过速和高血压有关。较低剂量 25 mcg/mL 的效果极小, 可使运动阻滞延长 10 分钟, 感觉阻滞延长 30 分钟[15]。甲哌卡因联合利多卡因用于臂丛神经阻滞时, 肾上腺素可使运动和感觉阻滞持续时间延长约 60 分钟[16]。尽管肾上腺素长期用作局部麻醉剂的辅助药物, 但其已被证明对神经具有神经毒性作用。

### 3.2.2. $\alpha_2$ 肾上腺受体激动剂

#### 1) 可乐定(Clonidine)

可乐定是一种  $\alpha_2$  激动剂, 具有血管收缩特性, 但与肾上腺素不同, 其延长神经阻滞的能力是由于对周围神经的直接作用。Brummett [17]等人认为这种延长作用是由环核苷酸门控阳离子通道的超极化介导的。可乐定脂溶性高, 与局麻药混合用于局部麻醉及区域阻滞, 可通过局部吸收, 抑制外周神经传入冲动传导, 尤其是 C 和  $A_\gamma$  神经纤维传导, 从而抑制疼痛的传递[18]。可乐定作为延长周围神经阻滞的辅助

用药具有实用性,尤其是与中长效局部麻醉剂特别是利多卡因和甲哌卡因一起使用时。Popping [19]等人的一项 meta 分析回顾了 20 项研究,发现可乐定将平均阻断持续时间延长了约 2 小时。

经大量研究后,目前但尚不清楚哪种局部麻醉剂、解剖学阻滞或可乐定剂量最适合延长周围神经阻滞后的镇痛时间。已被证实的是高剂量会导致全身副作用,例如低血压和心动过缓,应避免使用。神经周围可乐定的使用值得进一步进行高质量的临床前和临床研究,但目前不推荐常规使用[20]。

## 2) 右美托咪定(Dexmedetomidine)

是咪唑类的衍生物,可通过激活中枢和外周的  $\alpha_2$  肾上腺素受体产生抗交感、镇静和镇痛等作用,对受体的亲和力是可乐定的 60 倍,作用机制与可乐定相似,可通过阻断超极化激活的阳离子电流来延长镇痛持续时间。

Abdallah [21]等人经研究后发现,右美托咪定作为臂丛神经阻滞添加剂显著延长平均运动阻滞 284 分钟,首次镇痛时间延长 30 分钟。在布比卡因锁骨上阻滞和罗哌卡因鳞片间阻滞的基础上加用右美托咪定可分别延长阻滞的持续时间约 8 小时和 4 小时[22] [23]。这些研究中的第一项注意到一次心动过缓发作,两项研究都表明术后镇痛有所改善。最近的另一项研究发现,罗哌卡因治疗颈丛阻滞,加用右美托咪定可使颈丛阻滞持续时间延长约 50 分钟[24]。

右美托咪定在人类中引起神经毒性的可能性尚未得到广泛研究。大量已发表的数据支持右美托咪定在小剂量时的情况下可延长约 1 分钟的周围神经阻滞的疗效,对于可能用于常规疗法治疗心动过缓和低血压的患者,右美托咪定作为罗哌卡因或布比卡因的辅助用药似乎可作为一种可行的选择。

### 3.2.3. 地塞米松(Dexamethasone)

是一种肾上腺皮质激素类药,具有抗炎、抗过敏、抗风湿以及免疫抑制作用。地塞米松和局麻药联合用于神经阻滞用来延长阻滞时间的作用机制尚不可知。其可能原因有:① 糖皮质激素作用于局部,可在一定程度上收缩局部血管,延缓局麻药的吸收,从而使局麻药作用时间延长;② 地塞米松可能使 C 纤维上抑制性钾通道的活性增强,抑制疼痛传递,从而减轻疼痛[25]。

Choi [26]等人研究证明,地塞米松联合使用长效和中效局部麻醉药物可将臂丛神经阻滞时间延长。Ilfeld [27]等人在行手、前臂和肘部择期手术的患者研究中发现,在利多卡因加肾上腺素混合液中加用地塞米松可使臂丛神经阻滞的时间较前延长 74 倍。Rasmussen [28]等人对患者记录进行了回顾性研究,发现在罗哌卡因中加用地塞米松可使上肢和下肢周围神经阻滞的范围延长 74%,在这项研究中可发现,接受地塞米松的患者较对照组提示手术当天疼痛减轻,术后疼痛减轻,满意度提高,不良事件无增加。

Elkassabany 通过动物实验和临床研究发现地塞米松通过局部给药对神经结构和功能没有长期的影响,可安全地复合局部麻醉药用于神经阻滞麻醉中[29]。

### 3.2.4. 阿片类药物

阿片类受体主要包括  $\mu$ 、 $\kappa$ 、 $\delta$  三种,多数阿片类药物主要激动  $\mu$  受体产生脊髓镇痛效应。当  $\mu_2$  受体被激动时会出现恶心、呼吸抑制和呕吐等不良反应。 $\kappa$  受体效应主要包括脊髓镇静、轻度镇静、呼吸抑制, $\delta$  受体与焦虑及心血管反应相关[30]。当前多数国内外研究表明外周神经也存在阿片类受体,随着外周神经的阿片类受体研究的深入,为阿片类药物复合局部麻醉药用于周围神经阻滞提供了新的方向。阿片类药物可对存在于外周神经的阿片类受体产生抗伤害效应。局麻药中加用阿片类药物用于神经阻滞可以取得良好的镇痛效果,其机制可能是由于脊髓背角存在阿片类药物的结合位点,芬太尼与舒芬太尼等阿片类药物直接通过外周神经膜后被阿片结合蛋白直接转运至脊髓背角发生作用,且阿片类药物被外周血管吸收进入血液循环激发内源性阿片肽释放,产生抗伤害刺激作用[31] [32] [33]。在外周和神经轴阻滞手术中,阿片类药物目前被广泛用作改善镇痛的佐剂,并取得了不同程度的成功。

### 1) 吗啡(Morphine)

吗啡为阿片类受体激动剂，可激动不同脑区阿片受体的不同亚型，呈现多种药理效应，具有镇痛、镇静、镇咳及抑制呼吸、缩瞳、催吐等作用，连续反复应用易产生耐受性和成瘾。此时一旦停药，即出现戒断症状。

对于吗啡用在外周神经阻滞的研究结果好坏参半，在吴亮[34]等人研究中发现，吗啡复合罗哌卡因用于肋间神经阻滞时可显著延长阻滞时间，提高患者术后镇痛总体满意度。Ghadirian [35]等人发现，在利多卡因或布比卡因联合使用吗啡用于外周神经阻滞，可使上肢骨折内固定后的镇痛持续时间延长。Sherif [36]等人未能发现，与静脉注射吗啡相比，在外周神经阻滞中使用利多卡因联合吗啡使用时，未发现二者在术后视觉模拟评分、运动或感觉阻滞持续时间方面存在差异。但是可从对比研究中发现，外周神经阻滞组较静脉注射组在术后使用阿片类药物剂量显著减少。

研究表明，吗啡作为辅助用药使用在外周神经阻滞效果不及静脉注射或肌肉注射，且会出现瘙痒、嗜睡等副作用，不推荐吗啡常规使用在外周神经阻滞。

### 2) 芬太尼(Fentanyl)

是人工合成阿片类受体激动剂，药理作用与吗啡类似，其镇痛效力约为吗啡的 80 倍，镇痛作用产生快，作用持续时间较短，容易控制。

Nishikawa [14]等人发现，在利多卡因和肾上腺素混合液中加入芬太尼进行腋窝阻滞，可使臂丛阻滞持续时间延长约一小时，但使腋窝区域臂丛所有分支的阻滞起效时间延长。据推测，这种延迟是由注射液 pH 值的差异引起的。Song 等人 和 Sert 等人证明，当芬太尼作为辅助用药加入布比卡因[37]或阿替卡因[38]用于腋窝阻滞可将运动和感觉阻滞延长，镇痛持续时间增加。

芬太尼添加到周围神经阻滞中时，镇静率、心动过缓和高碳酸血症的发生率略有增加，故在临床中暂不推荐芬太尼作为辅助用药用于外周神经阻滞。

### 3) 舒芬太尼(Sufentanil)

是人工合成高选择性  $\mu$  阿片受体激动剂，是目前镇痛效应最强的阿片类药物，镇痛强度是芬太尼的 5~10 倍，舒芬太尼消除半衰期较短，镇痛作用持续时间较长，产生这种情况的原因可能是舒芬太尼与阿片受体的亲和力较强，且代谢产物去甲舒芬太尼也具有镇痛效果，强度与芬太尼相当。

研究表明，小剂量舒芬太尼联合罗哌卡因用于臂丛神经阻滞具有改善麻醉效果，延长术后镇痛时间，减少了患者术后对镇痛药物的需求。这可能是由于脊髓背角神经元中存在  $\kappa$  受体，舒芬太尼可通过激动背角的  $\kappa$  受体发挥镇痛作用，鞘内少量的阿片类药物通过扩散作用转运至脊髓内，与存在其中的  $\kappa$  受体结合，产生镇痛效果，同时阿片类药物被外周血管吸收入血液循环后激发内源性阿片肽释放，产生抗伤害刺激作用[31] [32] [33]。

小剂量舒芬太尼联合罗哌卡因用药，具有明显缩短感觉和运动阻滞起效时间、延长镇痛维持时间、改善麻醉效果、不良反应少等优点，值得临床推广应用[39]。

### 4) 地佐辛(Dizocin)

是人工合成混合型阿片受体激动 - 拮抗剂，在  $\mu$  受体、 $\kappa$  受体和  $\delta$  受体中都具有生物活性，具有不同的结合亲和力和活性，与纯阿片受体激动剂比较，地佐辛镇痛效果强、起效快、作用时间长，由于地佐辛不是完全的阿片类受体激动剂，故瘙痒、恶心呕吐、呼吸抑制、成瘾性等不良反应少。

小剂量地佐辛加入罗哌卡因中用于臂丛神经阻滞，可将运动阻滞时间及感觉阻滞时间延长，同时，唐万英等的研究显示，地佐辛复合氯普鲁卡因进行区域神经阻滞能显著减少局麻药用量，增强阻滞效果，延长术后镇痛时间，且安全有效[40]。

## 4. 结论

随着经济时代发展, 患者生活质量提高从而对于围术期管理的舒适度越来越看重, 这就要求我们在麻醉过程中提供更优质的麻醉方案。臂丛神经阻滞作为上肢手术尤其是骨科手术中最常用的麻醉方式, 目前仍存在许多需要改进之处。对于神经阻滞未来的发展将越来越集中于提高局部麻醉药的预期效果, 同时避免并发症和毒性。针对局麻药物中加入辅助药物的种类、剂量以及辅助药物是否会增加神经毒性反应问题, 目前研究并不能明确, 未来我们仍需进行研究探讨。

## 参考文献

- [1] Xue, X., Fan, J., Ma, X., *et al.* (2020) Effects of Local Dexmedetomidine Administration on the Neurotoxicity of Ropivacaine for Sciatic Nerve Block in Rats. *Molecular Medicine Reports*, **22**, 4360-4366. <https://doi.org/10.3892/mmr.2020.11514>
- [2] Cummings, K.C., Napierkowski, D.E., Parra-Sanchez, I., *et al.* (2011) Effect of Dexamethasone on the Duration of Interscalene Nerve Blocks with Ropivacaine or Bupivacaine. *British Journal of Anaesthesia*, **107**, 446-453. <https://doi.org/10.1093/bja/aer159>
- [3] 刘月江, 王臻, 景亮. 地塞米松对 0.5%罗哌卡因腰丛-坐骨神经联合阻滞作用的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2010, 26(2): 104-106.
- [4] Maga, J.M., Cooper, L. and Gebhard, R.E. (2012) Outpatient Regional Anesthesia for Upper Extremity Surgery Update (2005 to Present) Distal to Shoulder. *International Anesthesiology Clinics*, **50**, 47-55. <https://doi.org/10.1097/AIA.0b013e31821a00a8>
- [5] Becker, D.E. and Reed, K.L. (2012) Local Anesthetics: Review of Pharmacological Considerations. *Anesthesia Progress*, **59**, 90-101. <https://doi.org/10.2344/0003-3006-59.2.90>
- [6] Körner, J., Albani, S., Sudha Bhagavath Eswaran, V., *et al.* (2022) Sodium Channels and Local Anesthetics—Old Friends with New Perspectives. *Frontiers in Pharmacology*, **13**, Article ID: 837088. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.837088>
- [7] Kim, H.J., Lee, S., Chin, K.J., *et al.* (2021) Comparison of the Onset Time between 0.375% Ropivacaine and 0.25% Levobupivacaine for Ultrasound-Guided Infraclavicular Brachial Plexus Block: A Randomized-Controlled Trial. *Scientific Reports*, **11**, Article No. 4703. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84172-2>
- [8] Shah, J., Votta-Velis, E.G. and Borgeat, A. (2018) New Local Anesthetics. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, **32**, 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2018.06.010>
- [9] Liu, Y., Xu, C., Wang, C., *et al.* (2022) Median Effective Analgesic Concentration of Ropivacaine in Ultrasound-Guided Interscalene Brachial Plexus Block as a Postoperative Analgesia for Proximal Humerus Fracture: A Prospective Double-Blind Up-Down Concentration-Finding Study. *Frontiers in Medicine*, **9**, Article ID: 857427. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.857427>
- [10] 陈树斌, 赵玉国, 李文波, 等. 超声引导下臂丛神经阻滞所需局麻药最小容量的初步研究[J]. 临床合理用药杂志, 2012, 5(36): 13-14.
- [11] 韩忠孝, 常蒙, 路莹. 局麻药中加入两组不同辅助用药行股神经阻滞效果观察[J]. 武警医学院学报, 2011, 20(5): 382-384.
- [12] 唐毅, 徐鹏, 耿智隆, 等. 国产盐酸氯普鲁卡因用于神经刺激仪引导下的闭孔神经阻滞的临床研究[J]. 西北国防医学杂志, 2011, 32(2): 92-93.
- [13] 曾宇. 碳酸利多卡因用于肌间沟臂丛神经阻滞的效果观察[J]. 中国临床新医学, 2010, 3(9): 896-897.
- [14] Prabhakar, H., Rath, S., Kalaivani, M., *et al.* (2015) Adrenaline with Lidocaine for Digital Nerve Blocks. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2015**, CD010645. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010645.pub2>
- [15] Choquette, A., Del Castillo, J.R.E., Moreau, M., *et al.* (2017) Comparison of Lidocaine and Lidocaine-Epinephrine for the Paravertebral Brachial Plexus Block in Dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, **44**, 317-328. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2016.08.002>
- [16] Song, J.H., Shim, H.Y., Lee, T.J., *et al.* (2014) Comparison of Dexmedetomidine and Epinephrine as an Adjuvant to 1% Mepivacaine in Brachial Plexus Block. *Korean Journal of Anesthesiology*, **66**, 283-289. <https://doi.org/10.4097/kjae.2014.66.4.283>
- [17] Brummett, C.M., Hong, E.K., Janda, A.M., *et al.* (2011) Perineural Dexmedetomidine Added to Ropivacaine for Sciatic Nerve Block in Rats Prolongs the Duration of Analgesia by Blocking the Hyperpolarization-Activated Cation Cur-

- rent. *Anesthesiology*, **115**, 836-843. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e318221fcc9>
- [18] 雷黎明, 刘进, 林浩铭. 非局麻药的局部麻醉/镇痛作用[J]. 国际麻醉学与复苏志, 2007, 28(2): 138-141.
- [19] Pöpping, D.M., Elia, N., Marret, E., *et al.* (2009) Clonidine as an Adjuvant to Local Anesthetics for Peripheral Nerve and Plexus Blocks: A Meta-Analysis of Randomized Trials. *Anesthesiology*, **111**, 406-415. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181aae897>
- [20] Kirksey, M.A., Haskins, S.C., Cheng, J., *et al.* (2015) Local Anesthetic Peripheral Nerve Block Adjuvants for Prolongation of Analgesia: A Systematic Qualitative Review. *PLOS ONE*, **10**, e0137312. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137312>
- [21] Abdallah, F.W. and Brull, R. (2013) Facilitatory Effects of Perineural Dexmedetomidine on Neuraxial and Peripheral Nerve Block: A Systematic Review and Meta-Analysis. *British Journal of Anaesthesia*, **110**, 915-925. <https://doi.org/10.1093/bja/aet066>
- [22] Agarwal, S., Aggarwal, R. and Gupta, P. (2014) Dexmedetomidine Prolongs the Effect of Bupivacaine in Supraclavicular Brachial Plexus Block. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, **30**, 36-40. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.125701>
- [23] Fritsch, G., Danninger, T., Allerberger, K., *et al.* (2014) Dexmedetomidine Added to Ropivacaine Extends the Duration of Interscalene Brachial Plexus Blocks for Elective Shoulder Surgery When Compared with Ropivacaine Alone: A Single-Center, Prospective, Triple-Blind, Randomized Controlled Trial. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, **39**, 37-47. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000033>
- [24] Lin, Y.N., Li, Q., Yang, R.M., *et al.* (2013) Addition of Dexmedetomidine to Ropivacaine Improves Cervical Plexus Block. *Acta Anaesthesiologica Taiwanica*, **51**, 63-66. <https://doi.org/10.1016/j.aat.2013.06.001>
- [25] 王久荣. 罗哌卡因复合地佐辛腋路臂丛神经阻滞效果及其合理剂量探讨[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津医科大学, 2016.
- [26] Choi, S., Rodseth, R. and McCartney, C.J. (2014) Effects of Dexamethasone as a Local Anaesthetic Adjuvant for Brachial Plexus Block: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials. *British Journal of Anaesthesia*, **112**, 427-439. <https://doi.org/10.1093/bja/aet417>
- [27] Ilfeld, B.M. (2011) Continuous Peripheral Nerve Blocks: A Review of the Published Evidence. *Anesthesia & Analgesia*, **113**, 904-925. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182285e01>
- [28] Rasmussen, S.B., Saied, N.N., Bowens, C., *et al.* (2013) Duration of Upper and Lower Extremity Peripheral Nerve Blockade Is Prolonged with Dexamethasone When Added to Ropivacaine: A Retrospective Database Analysis. *Pain Medicine*, **14**, 1239-1247. <https://doi.org/10.1111/pme.12150>
- [29] An, K., Elkassabany, N.M. and Liu, J. (2015) Dexamethasone as Adjuvant to Bupivacaine Prolongs the Duration of Thermal Antinociception and Prevents Bupivacaine-Induced Rebound Hyperalgesia via Regional Mechanism in a Mouse Sciatic Nerve Block Model. *PLOS ONE*, **10**, e0123459. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123459>
- [30] 席文娟, 赵剑秋, 王静, 等. 地佐辛用于术后镇痛的研究进展[J]. 中国医药指南, 2015, 21(13): 169-172.
- [31] 余斌, 张晓庆, 孙佩莉, 等. 罗哌卡因复合舒芬太尼在连续臂丛神经阻滞术后镇痛中的应用[J]. 临床麻醉学杂志, 2009, 25(2): 122-123.
- [32] 李菁, 雷晓丽, 唐鸣. 舒芬太尼用于臂丛神经阻滞的临床效果观察[J]. 海南医学, 2011, 22(8): 5758.
- [33] Bruijnzeel, A.W. (2009) Kappa-Opioid Receptor Signaling and Brain Reward Function. *Brain Research Reviews*, **62**, 127-146. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2009.09.008>
- [34] 吴亮, 孙莉. 吗啡和地塞米松对罗哌卡因肋间神经阻滞的影响[J]. 安徽医学, 2010, 31(1): 47-49.
- [35] Ghadirian, S., Vesal, N., Maghsoudi, B., *et al.* (2016) Comparison of Lidocaine, Lidocaine-Morphine, Lidocaine-Tramadol or Bupivacaine for Neural Blockade of the Brachial Plexus in Fat-Tailed Lambs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, **43**, 109-116. <https://doi.org/10.1111/vaa.12280>
- [36] El Sherif, F.A., Mohamed, S.A. and Kamal, S.M. (2017) The Effect of Morphine Added to Bupivacaine in Ultrasound Guided Transversus Abdominis Plane (TAP) Block for Postoperative Analgesia Following Lower Abdominal Cancer Surgery, a Randomized Controlled Study. *Journal of Clinical Anesthesia*, **39**, 4-9. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2017.03.009>
- [37] Song, L., Tan, S., Chen, Q., *et al.* (2022) Effect of Fentanyl as an Adjuvant to Brachial Plexus Block for Upper Extremity Surgeries: A Systematic Review and Meta-Analysis of RCTs. *Pain Research & Management*, **2022**, Article ID: 8704569. <https://doi.org/10.1155/2022/8704569>
- [38] Sert, H., Muslu, B., Usta, B., *et al.* (2011) A Comparison of Articaine and Fentanyl-Supplemented Articaine for Hemodialysis Fistula Creation under Ultrasound-Guided Axillary Block. *Renal Failure*, **33**, 280-284. <https://doi.org/10.3109/0886022X.2011.560502>



- [39] 丁蕊. 不同阿片类药物复合局麻药用于肌间沟臂丛神经阻滞的效果研究[J]. 中国实用医药, 2020, 15(16): 17-19.
- [40] 唐万英, 覃兆军, 陈春, 等. 地佐辛复合氯普鲁卡因区域神经阻滞在老年腹股沟疝修补术中的应用[J]. 广东医学, 2013, 34(9): 1437-1439.