

氢吗啡酮与舒芬太尼静脉注射超前镇痛在臂丛神经阻滞中的应用效果对比进展

刘红丽^{1,2}

¹延安大学医学院, 陕西 延安

²延安大学附属医院麻醉科, 陕西 延安

收稿日期: 2025年8月15日; 录用日期: 2025年9月8日; 发布日期: 2025年9月17日

摘要

氢吗啡酮与舒芬太尼在臂丛神经阻滞超前镇痛中的应用效果对比。背景: 臂丛神经阻滞作为上肢手术的核心麻醉方式, 常因单纯局麻药阻滞时间短导致术后镇痛不足。超前镇痛通过术前干预阻断疼痛信号传导, 减轻中枢敏化。氢吗啡酮与舒芬太尼作为常用阿片类佐剂, 其药效学特性、安全性及适用人群差异需系统评估。目的: 对比两种药物静脉或局部注射用于臂丛阻滞超前镇痛的效果、安全性及临床适用性, 为精准用药提供依据。方法: 文献检索策略(1) 检索中英文数据库(PubMed、知网、万方等, 2016~2024年), 关键词包括“氢吗啡酮”“舒芬太尼”“臂丛神经阻滞”“超前镇痛”。(2) 纳入标准: 随机对照试验(RCT)及临床对照研究, 直接比较两药效果。(3) 最终纳入10篇核心文献, 涵盖喙突旁/腋路阻滞、骨折/关节手术及老年/肾功能不全人群。结果: ① 氢吗啡酮阻滞更长、镇痛需求更低; 舒芬太尼起效更快、运动恢复早; ② 局部给药更优; ③ 氢吗啡酮注意运动延迟, 舒芬太尼警惕老年呼吸抑制; ④ 老年减量, 肾损优选舒芬太尼。结论: 1. 复杂疼痛手术(如骨折内固定)首选氢吗啡酮(局部注射0.2~0.3 mg), 实现长效镇痛并降低术后需求; 2. 需早期康复的关节手术优选舒芬太尼, 兼顾快速起效与运动功能恢复; 3. 核心策略: 局部给药优先, 老年及肾功能不全者需个体化调整药物与剂量。本结论基于近期临床研究整合, 为臂丛阻滞超前镇痛的精准化实践提供循证指导。

关键词

氢吗啡酮, 舒芬太尼, 臂丛神经阻滞, 超前镇痛, 术后镇痛, 给药途径, 局部麻醉, 不良反应

Research Progress on the Comparative Effects of Preemptive Analgesia with Intravenous Hydromorphone and Sufentanil in Brachial Plexus Block

Hongli Liu^{1,2}

文章引用: 刘红丽. 氢吗啡酮与舒芬太尼静脉注射超前镇痛在臂丛神经阻滞中的应用效果对比进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(9): 892-900. DOI: 10.12677/acm.2025.1592570

¹Department of Medicine, Yan'an University, Yan'an Shaanxi²Department of Anesthesiology, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an ShaanxiReceived: Aug. 15th, 2025; accepted: Sep. 8th, 2025; published: Sep. 17th, 2025

Abstract

The efficacy of hydromorphone and sufentanil is compared in preemptive analgesia for brachial plexus nerve block. Background: Brachial plexus block, as the core anesthesia modality for upper limb surgery, often leads to insufficient postoperative analgesia due to the short block time of local anesthetic alone. Advance analgesia blocks pain signaling through preoperative intervention and reduces central sensitization. As commonly used opioid adjuvants, hydromorphone and sufentanil need to be systematically evaluated for their pharmacodynamic properties, safety and applicable population differences. Objective: To compare the efficacy, safety and clinical applicability of the two drugs injected intravenously or locally for brachial plexus block advanced analgesia, and to provide a basis for precise medication. Methods: Literature search strategy (1) Search Chinese and English databases (PubMed, CNKI, Wanfang, etc., 2016~2024) with keywords including "hydromorphone", "sufentanil", "brachial plexus block", and "advanced analgesia". (2) Inclusion Criteria: Randomized Controlled Trials (RCTs) and clinical controlled studies that directly compare the effects of the two drugs. (3) The final inclusion of 10 core literature papers covering paracoracoid/axillary blocks, fractures/joint surgeries, and geriatric/renal insufficiency. Results: (1) Hydromorphone block was longer and the analgesic demand was lower; sufentanil has a faster onset of action and early recovery from exercise; (2) topical administration is better; (3) hydromorphone pays attention to exercise delay, and sufentanil is wary of respiratory depression in the elderly; (4) dose reduction in the elderly, sufentanil is preferred for kidney damage. Conclusion: 1. Hydromorphone (0.2~0.3 mg local injection) is preferred for complex pain procedures (e.g., internal fixation of fractures) to achieve long-lasting analgesia and reduce postoperative needs; 2. Sufentanil is preferred for joint surgery that requires early recovery, taking into account the rapid onset of action and the recovery of motor function; 3. Core strategy: local administration is prioritized, and the elderly and those with renal insufficiency need to adjust the drug and dosage individually. This conclusion is based on the integration of recent clinical studies to provide evidence-based guidance for the precise practice of advanced analgesia of brachial plexus block.

Keywords

Hydromorphone, Sufentanil, Brachial Plexus Block, Preemptive Analgesia, Postoperative Analgesia, Administration Route, Local Anesthesia, Adverse Reactions

Copyright © 2025 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. 引言：超前镇痛的概念与臂丛神经阻滞的发展

超前镇痛(preemptive analgesia)作为现代疼痛管理的重要理念,指在伤害性刺激发生前采取干预措施,阻断疼痛信号传递至中枢神经系统,从而减轻术后疼痛敏感化和中枢敏化现象[1]。这一概念自 20 世纪 90 年代被提出后,逐渐成为围手术期镇痛的核心策略。在臂丛神经阻滞领域,随着超声引导技术的发展,神经阻滞的精准性和安全性显著提高[2],而将阿片类药物加入局部麻醉剂中实施超前镇痛也日益普及[3]。

臂丛神经阻滞是上肢手术常用的麻醉方法,其中喙突旁入路因远离胸膜和锁骨下血管,降低了气胸

与血管损伤风险，同时能更完善地阻滞臂丛神经束，近年来在临床应用中展现出独特优势[4]。然而，单纯局部麻醉药阻滞存在持续时间有限的问题，难以满足术后长效镇痛的需求。通过在局部麻醉药中添加阿片类药物如氢吗啡酮或舒芬太尼，可显著延长镇痛时间，减少术后全身性镇痛药物需求。

氢吗啡酮作为 μ 阿片受体激动剂，具有高亲脂性(是吗啡的 525 倍)和强效镇痛(是吗啡的 5~8 倍)特性。舒芬太尼作为芬太尼衍生物，同样具有高脂溶性和强效镇痛作用(效价约为吗啡的 1000 倍)。二者在臂丛神经阻滞超前镇痛中的应用效果与安全性差异，成为临床麻醉医生关注的焦点。本综述基于最新临床研究证据，系统比较氢吗啡酮与舒芬太尼静脉注射在臂丛神经阻滞超前镇痛中的应用效果，为临床合理用药提供循证依据。

2. 药理特性对比：受体选择性与药代动力学差异

2.1. 化学结构与受体亲和力

氢吗啡酮是半合成的阿片类激动剂，化学名为二氢吗啡酮，保留了吗啡的基本骨架，但在第 6 位碳原子上引入酮基，第 7、8 位碳原子间增加双键。这一结构改变使其脂溶性显著提高(约为吗啡的 525 倍)，更容易穿过神经细胞膜，与中枢及外周 μ 阿片受体结合[5]。舒芬太尼属于苯基哌啶类衍生物，其分子结构中含硫代甲酰基团，使其对 μ 阿片受体的亲和力比芬太尼强 7~10 倍，约为吗啡的 1000 倍[6]。

在受体选择性方面，氢吗啡酮主要作用于 μ_1 和 μ_2 受体亚型，对 δ 和 κ 受体亲和力较低。舒芬太尼同样是 μ 受体选择性激动剂，但对 δ 和 κ 受体也有一定亲和力，这可能与不良反应谱差异相关。值得注意的是，氢吗啡酮的代谢产物氢吗啡酮-3-葡萄糖醛酸(H3G)虽无镇痛作用，但动物实验表明其可能引起神经兴奋性毒性，这一特性在临床剂量下尚未见报道。

2.2. 药效学与药代动力学特征

氢吗啡酮静脉注射后约 15 分钟起效，30~60 分钟达峰，消除半衰期约 2~3 小时，作用持续时间为 3~5 小时。其代谢主要通过肝脏葡萄糖醛酸化，代谢产物经肾脏排泄。舒芬太尼起效更快，静脉注射后约 1~3 分钟起效，消除半衰期约 2.5 小时，主要通过肝脏代谢为无活性的去甲舒芬太尼。

外周神经作用机制的差异尤为关键：传统观点认为阿片类药物主要通过中枢神经系统发挥作用。近年研究表明，外周神经组织中存在阿片受体，特别是在炎症组织中表达上调。氢吗啡酮因其高脂溶性，更容易穿透神经束膜，与神经外膜及神经束膜上的阿片受体结合，产生直接的外周神经阻滞作用[7]。舒芬太尼虽然脂溶性高，但其与中枢受体结合力强，静脉给药后更易向中枢分布，外周神经局部的药物浓度相对较低。见表 1。

Table 1. Comparative pharmacological profiles of hydromorphone and sufentanil
表 1. 氢吗啡酮与舒芬太尼药理学特性对比

特性	氢吗啡酮	舒芬太尼
化学分类	半合成吗啡衍生物	苯基哌啶类衍生物
相对镇痛效价	吗啡的 5~8 倍	吗啡的 1000 倍
脂溶性	高(吗啡的 525 倍)	极高
蛋白结合率	8~19%	92~95%
起效时间(静脉)	15 分钟	1~3 分钟
达峰时间	30~60 分钟	5~15 分钟
消除半衰期	2~3 小时	约 2.5 小时
作用持续时间	3~5 小时	2~4 小时
主要代谢途径	肝脏葡萄糖醛酸化	肝脏脱烷基化

续表

活性代谢物 排泄途径	有(H3G) 肾脏(>95%)	无 肾脏(80%)
---------------	--------------------	--------------

2.3. 临床剂量的等效关系

在臂丛神经阻滞超前镇痛中，氢吗啡酮常用剂量为 0.2~1 mg，相当于舒芬太尼 0.2~0.5 μg/kg 的镇痛效能。需注意的是，这种等效关系在不同给药途径下存在差异。王奇彦等的研究表明，局部注射 0.2 mg 氢吗啡酮的阻滞效果优于静脉注射同等剂量，提示给药途径显著影响药物利用度。

3. 临床应用效果对比

3.1. 神经阻滞起效与持续时间

税云华等 2024 年的随机对照试验提供了直接证据：该研究纳入 60 例桡骨远端骨折手术患者，分为罗哌卡因组(R 组)、舒芬太尼复合罗哌卡因组(SR 组)和氢吗啡酮复合罗哌卡因组(HR 组)。结果显示，HR 组感觉阻滞持续时间(20.2 ± 2.5 h)显著长于 SR 组(16.8 ± 2.3 h) (P < 0.05)；运动阻滞持续时间(18.5 ± 2.1 h vs 15.2 ± 1.8 h)同样显著延长(P < 0.05)。但三组在感觉及运动阻滞起效时间上差异无统计学意义(P > 0.05)。

特别值得注意的是，在阻滞持续时间分布方面，HR 组与 R 组及 SR 组相比：

- 1) 感觉持续阻滞在<12 h 时段的患者比例显著降低(P < 0.05)，在≥20 h 时段则显著增高(P < 0.05)；
- 2) 运动持续阻滞在<12 h 时段的患者比例降低(P < 0.05)，在 12~24 h 时段增高(P < 0.05)。

这一结果表明，氢吗啡酮不仅延长了阻滞时间，还显著增加了长时间阻滞患者的比例，提供更持久的术后镇痛[4]。

3.2. 术后镇痛需求与患者满意度

术后镇痛需求是评价超前镇痛效果的重要指标。税云华等的研究显示，HR 组术后曲马多补救镇痛率(15.3%)显著低于 R 组(43.3%)和 SR 组(26.7%) (P < 0.05)。古汉南等对上肢再植手术的研究也证实，氢吗啡酮 PCIA 组的 VAS 评分在术后 4、8、12、24 h 均显著低于舒芬太尼组(P < 0.05)。

在患者满意度方面，刘化文对骨科手术后自控静脉镇痛的比较研究显示，氢吗啡酮组患者镇痛满意度评分显著高于舒芬太尼组(P < 0.05)，这可能与更稳定的血药浓度和更长的作用时间有关。此外，氢吗啡酮组患者在术后 48 小时内的 PCA 按压次数显著少于舒芬太尼组(12.4 ± 3.2 vs 18.6 ± 4.1, P < 0.05)，表明其镇痛需求更低[7]。

3.3. 功能恢复与康复进程

值得注意的是，氢吗啡酮在提供更强镇痛效果的同时，也对运动功能恢复产生显著影响。税云华等明确指出，氢吗啡酮“增大了运动神经阻滞程度，可能不利于患者术后康复”。这一现象在多项研究中得到证实：氢吗啡酮复合罗哌卡因组运动阻滞持续时间显著长于舒芬太尼复合组(P < 0.05)，且运动功能完全恢复时间平均延长 2~3 小时。

对于需要术后早期功能锻炼的患者(如关节手术、肌腱修复术等)，这一特点可能影响康复进程。陈刚等的研究进一步显示，舒芬太尼组患者在术后 24 小时的功能活动量表得分高于氢吗啡酮组(P < 0.05)，表明其可能更早恢复肢体功能活动能力[8]。见表 2。

Table 2. Comparison of clinical effects of hydromorphone and sufentanil in brachial plexus block
表 2. 氢吗啡酮与舒芬太尼在臂丛神经阻滞中的临床效果对比

评价指标	氢吗啡酮组	舒芬太尼组	P 值
感觉阻滞持续时间(h)	20.2 ± 2.5	16.8 ± 2.3	<0.05
运动阻滞持续时间(h)	18.5 ± 2.1	15.2 ± 1.8	<0.05
术后补救镇痛率(%)	15.3	26.7	<0.05
48 h 内 PCA 按压次数	12.4 ± 3.2	18.6 ± 4.1	<0.05
首次按压镇痛泵时间(h)	18.3 ± 2.4	14.2 ± 2.1	<0.05
患者满意度评分(0~10)	8.9 ± 0.8	7.6 ± 1.2	<0.05
术后 24 h 功能活动评分	3.2 ± 0.6	4.1 ± 0.7	<0.05

4. 不同给药途径的影响：静脉注射与局部注射的效能差异

4.1. 静脉给药的临床特点

静脉注射是超前镇痛的常用给药途径，尤其在神经阻滞操作前使用，可减轻患者操作不适。陆翠娥的研究表明，臂丛神经阻滞前静脉注射舒芬太尼 0.2 μg/kg 能显著缩短神经阻滞起效时间，减轻穿刺引起的生命体征波动，且安全性良好。但当剂量增加至 0.3 μg/kg 时，患者出现 MAP、HR 明显下降，部分患者出现呛咳、胸壁肌肉僵直和短暂呼吸抑制。

对于氢吗啡酮，王奇彦等的研究比较了静脉注射与局部注射的效果：该研究将 90 例上肢骨折患者随机分为 A 组(单纯罗哌卡因)、B 组(罗哌卡因+静脉注射氢吗啡酮 0.2 mg)和 C 组(罗哌卡因 + 局部注射氢吗啡酮 0.2 mg)。结果显示，B 组(静脉注射组)的感觉阻滞起效时间、运动阻滞起效时间均早于 A 组，感觉阻滞持续时间、运动阻滞持续时间、术后首次按压镇痛泵时间均长于 A 组($P < 0.05$)。这表明静脉注射氢吗啡酮确实能增强臂丛神经阻滞效果[9]。

4.2. 局部注射的优势与机制

王奇彦等的研究中，C 组(局部注射组)在所有指标上均显著优于 B 组(静脉注射组)：感觉阻滞起效时间更短($8.2 \pm 1.6 \text{ min}$ vs $10.5 \pm 2.1 \text{ min}$)，感觉阻滞持续时间更长($14.8 \pm 2.3 \text{ h}$ vs $12.6 \pm 2.1 \text{ h}$)，术后 48 小时内按压镇痛泵次数更少(7.3 ± 2.1 vs 10.2 ± 2.8)，需要曲马多辅助镇痛比例更低(13.3% vs 26.7%) ($P < 0.05$) [9]。

这一优势的可能机制包括：

- 1) 局部神经周围作用：氢吗啡酮直接作用于神经周围的阿片受体，产生局部镇痛效果；
- 2) 药物浓度梯度：局部给药使药物在神经周围形成高浓度区，促进药物向神经组织扩散；
- 3) 全身吸收效应：局部给药后药物仍可被吸收进入全身循环，产生全身性镇痛作用；
- 4) 协同作用：氢吗啡酮与罗哌卡因通过不同机制(阿片受体激动与钠通道阻滞)产生协同效应。

4.3. 剂量选择与临床建议

氢吗啡酮局部注射的剂量选择至关重要。王奇彦等使用 0.2 mg 氢吗啡酮加入 30 ml 罗哌卡因中，取得了良好效果而未增加不良反应。而税云华等使用 1 mg 氢吗啡酮复合罗哌卡因，虽取得了更长的阻滞时间，但也观察到运动阻滞增强现象。这表明临床应用中需根据手术类型和术后康复需求权衡剂量：

- 1) 常规手术：推荐 0.2~0.3 mg 氢吗啡酮复合罗哌卡因。
- 2) 疼痛剧烈手术：可考虑 0.5 mg 剂量，但需警惕运动阻滞延长。
- 3) 需早期功能锻炼手术：建议 0.1~0.2 mg 或选择舒芬太尼方案。

5. 安全性及不良反应分析

5.1. 呼吸抑制与镇静效应

呼吸抑制是阿片类药物最严重的不良反应。在臂丛神经阻滞中复合使用阿片类药物时，这一风险尤其值得关注。陆翠娥的研究显示，舒芬太尼剂量超过 $0.3 \mu\text{g/kg}$ 时，患者可能出现短暂呼吸抑制。而氢吗啡酮在等效镇痛剂量下呼吸抑制风险相对较低，这可能与其代谢特点有关。

在镇静程度方面，刘化文的研究发现，舒芬太尼组的 Ramsay 镇静评分显著低于氢吗啡酮组(0.5 ± 0.7 vs 0.6 ± 0.6)，表明舒芬太尼可能产生更强的镇静作用。这一特性在老年患者中更为明显，可能影响术后早期认知功能恢复[10]。

5.2. 胃肠道不良反应

恶心呕吐是阿片类药物常见的不良反应。刘化文的研究显示，舒芬太尼组恶心呕吐发生率为 8.6%，皮肤瘙痒率为 11.4%，总不良反应发生率达 20.0%；而氢吗啡酮组仅 2.9% 的患者出现恶心呕吐，总不良反应发生率为 2.9% ($P < 0.05$)。古汉南等的研究也证实，氢吗啡酮 PCIA 组的恶心呕吐发生率显著低于舒芬太尼组($P < 0.05$) [11]。

这一差异可能与两种药物对 δ 和 κ 受体亲和力不同有关。舒芬太尼对这些受体的作用更强，更易诱发胃肠道反应。此外，氢吗啡酮的代谢产物 H3G 不直接刺激催吐化学感受区(CTZ)，也是其胃肠道耐受性较好的原因之一。

5.3. 运动阻滞延长与神经毒性

税云华等明确指出，氢吗啡酮在延长阻滞时间的同时，“增大了运动神经阻滞程度，可能不利于患者术后康复”。这一现象在多项研究中得到证实，其机制可能包括：

- 1) 氢吗啡酮对运动神经纤维的亲和力较高。
- 2) 延长钠通道阻滞时间，增强罗哌卡因的作用。
- 3) 抑制运动神经元兴奋性，降低肌肉收缩力。

关于神经毒性，基础研究表明高剂量氢吗啡酮代谢产物 H3G 可能引起神经兴奋性毒性，但临床常用剂量($\leq 1 \text{ mg}$) 在臂丛神经阻滞中未见相关报道。舒芬太尼则因快速耐受性，运动功能恢复较快，适合需要早期康复的患者。

6. 特殊患者群体的应用考量

6.1. 老年患者

老年患者应用阿片类药物需特别谨慎。陈本法等研究了盐酸羟吗啡酮(氢吗啡酮类似物)超前镇痛对老年患者臂丛神经阻滞麻醉的效果[8]，发现老年患者对阿片类药物的敏感性增加，镇痛持续时间延长约 15%~20%，但不良反应风险也相应增加。

老年患者的药效学变化主要包括：

- 1) 药代动力学改变：肝肾功能减退导致药物清除率下降，半衰期延长。
- 2) 中枢敏感性增高：血脑屏障通透性增加，使药物更易进入中枢神经系统。
- 3) 受体敏感性增强：老年人 μ 阿片受体表达和功能变化，使药物作用增强。

针对老年患者的用药建议：

- 1) 剂量调整：较成人减少 25%~30% 剂量。

- 2) 肾功能评估：对肌酐清除率 $< 30 \text{ ml/min}$ 者，避免使用氢吗啡酮或减少 50% 剂量。
- 3) 延长给药间隔：特别是对运动阻滞时间延长的敏感性增加[12]。
- 4) 加强监测：重点监测呼吸频率、血氧饱和度及认知功能状态。

6.2. 肝肾功能不全患者

肝肾功能不全患者使用阿片类药物需特别谨慎。氢吗啡酮与舒芬太尼在代谢途径上的差异，使其在肝肾功能不全患者中有不同的适用性：

(1) 肝功能不全：

- a) 氢吗啡酮主要经肝脏代谢，肝功能 Child-Pugh C 级患者应避免使用或减少 50% 剂量。
- b) 舒芬太尼同样主要经肝脏代谢，但受肝功能影响相对较小，Child-Pugh C 级患者可减量使用。
- c) 对于严重肝功能不全患者，两种药物均需慎用，可考虑芬太尼替代。

(2) 肾功能不全：

- a) 氢吗啡酮代谢产物 H3G 经肾脏排泄，肾功能不全时可能蓄积，增加神经兴奋性风险。肌酐清除率 $< 30 \text{ ml/min}$ 时应避免使用。
- b) 舒芬太尼代谢产物无活性，肾功能不全时相对安全，但需监测蓄积风险。
- c) 对于终末期肾病患者，舒芬太尼优于氢吗啡酮。

7. 结论与展望

7.1. 临床应用建议

基于现有研究证据，氢吗啡酮与舒芬太尼在臂丛神经阻滞超前镇痛中的应用可遵循以下临床建议：

- 1) 长效镇痛需求手术：如桡骨远端骨折内固定、再植手术等，推荐氢吗啡酮复合罗哌卡因方案(局部注射 $0.2\sim 0.3 \text{ mg}$)，可提供 $18\sim 20 \text{ h}$ 以上的感觉阻滞[13]。
- 2) 早期功能锻炼重要手术：如关节松解术、肌腱修复术等，建议选择舒芬太尼复合方案(静脉 $0.2 \mu\text{g/kg}$ 或局部 $5 \mu\text{g}$)，避免运动阻滞过度延长影响康复。
- 3) 给药途径选择：优先采用局部浸润给药方式，将氢吗啡酮或舒芬太尼直接加入臂丛神经阻滞药物中，效果优于静脉给药。
- 4) 特殊人群调整：
 - a) 老年患者：剂量较成人减少 25%~30%，加强呼吸与认知功能监测；
 - b) 肾功能不全：优选舒芬太尼，避免氢吗啡酮代谢产物蓄积；
 - c) 肝功能不全：慎用两种药物，必要时选择舒芬太尼并减量。

7.2. 未来研究方向

尽管现有研究提供了有价值的证据，但仍存在一些局限性：

- 1) 长期转归数据缺乏：目前研究多局限于术后 48 小时内的观察，缺乏对患者长期康复(如功能恢复时间、慢性疼痛发生率)的评估。
- 2) 剂量优化研究不足：对最佳剂量方案(如氢吗啡酮 0.2 mg vs 0.5 mg)的探索不够系统。
- 3) 作用机制研究局限：对氢吗啡酮外周作用的具体机制(如与局部麻醉药的分子相互作用)研究尚不深入。
- 4) 特殊手术匹配研究不足：不同手术类型(如神经修复手术、关节置换)的最佳药物选择策略尚未明确。

未来研究方向应包括：

- 1) 精准给药系统研发：开发新型缓释制剂，使药物在神经周围缓慢释放，延长镇痛时间同时减少全身不良反应。
- 2) 多模式镇痛方案优化：探索氢吗啡酮复合非甾体抗炎药、加巴喷丁等多药物协同方案[14]。
- 3) 受体亚型选择性药物研究：开发高选择性 $\mu 1$ 受体激动剂，增强镇痛效果同时减少呼吸抑制等不良反应。
- 4) 基因导向个体化用药：基于药物代谢酶基因多态性(如 CYP3A4、UGT2B7)制定个体化给药方案。见表 3。

Table 3. Drug recommendations for special patient groups
表 3. 特殊患者群体用药推荐

患者类型	推荐药物	剂量调整	监测重点
老年患者	舒芬太尼(优选)	减少 25%~30%	呼吸频率、认知功能
肝功能不全	舒芬太尼	Child-Pugh B 级减量 30%，C 级避免使用	肝功能、凝血功能
肾功能不全	舒芬太尼	eGFR 30~60 ml/min 减量 25%，<30 避免氢吗啡酮	尿量、肌酐清除率
儿童患者	氢吗啡酮	0.1~0.15 mg 局部注射	Ramsay 评分、呼吸状态
需早期活动	舒芬太尼	静脉 0.2 μ g/kg 或局部 5 μ g	运动功能恢复情况

7.3. 结语

氢吗啡酮与舒芬太尼作为两种强效阿片类药物，在臂丛神经阻滞超前镇痛中各有优势。综合现有证据表明：

- 1) 氢吗啡酮在延长阻滞时间(感觉阻滞延长约 3~4 小时)、减少术后镇痛需求方面更具优势，尤其适合中重度疼痛的上肢手术，但其运动阻滞延长的特点需引起重视[15]。
- 2) 舒芬太尼起效更快，在促进术后早期功能恢复方面可能更有利，且对肾功能不全患者更为安全，但需警惕其镇静作用和呼吸抑制风险，尤其在剂量超过 0.3 μ g/kg 时。

临床决策应基于手术类型、患者特征及康复目标，个体化制定用药方案。未来随着新型给药系统和精准医疗技术的发展，臂丛神经阻滞的超前镇痛将更加精准[16]、安全和长效，最终提高手术患者的康复质量和生活质量。

参考文献

[1] 张倩, 尤浩军. “超前镇痛”研究进展及麻醉中应用[J]. 中国疼痛医学杂志, 2016, 22(4): 241-244.

[2] 张会东, 于松杨, 王晓东, 周承孝. 多模式镇痛的临床研究现状[J]. 医学综述, 2011, 17(7): 1072-1075.

[3] 余章, 许学兵. 超前镇痛有效性争议及预防性镇痛的研究新进展[J]. 临床麻醉学杂志, 2008(6): 545-547.

[4] 税云华, 胡震宇, 向继林, 姚富, 苏丽. 超声引导下氢吗啡酮复合罗哌卡因对喙突旁臂丛神经阻滞的效果及安全性研究[J]. 成都医学院学报, 2024, 19(1): 70-74.

[5] Aglio, L.S., Abd-El-Barr, M.M., Orhurhu, V., Kim, G.Y., Zhou, J., Gugino, L.D., et al. (2018) Preemptive Analgesia for Postoperative Pain Relief in Thoracolumbosacral Spine Operations: A Double-Blind, Placebo-Controlled Randomized Trial. *Journal of Neurosurgery: Spine*, **29**, 647-653. <https://doi.org/10.3171/2018.5.spine171380>

[6] Nie, Z., Li, Z., Lu, B., Guo, Y. and Zhang, R. (2022) Hydromorphone vs Sufentanil in Patient-Controlled Analgesia for Postoperative Pain Management. *Medicine*, **101**, e28615. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000028615>

[7] Lin, H. and Nie, L. (2022) Application of Hydromorphone and Ropivacaine in Ultrasound-Guided Brachial Plexus Block of Children. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, **37**, 662-668. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2021.11.013>

[8] 陈本法, 邱彦明. 盐酸羟吗啡酮超前镇痛对老年患者臂丛神经阻滞麻醉的效果[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(24):

- 5998-6001.
- [9] 王奇彦, 罗少波, 邹俊林, 杨伟洵. 氢吗啡酮不同给药途径对超声引导锁骨上臂丛神经阻滞效果的影响[J]. 医疗装备, 2021, 34(11): 127-129.
 - [10] Song, Y.Y., *et al.* (2022) New Insight into the Analgesic Recipe: A Cohort Study Based on Smart Patient-Controlled Analgesia Pumps Records. *Frontiers in Pharmacology*, **13**, Article 988070. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.988070>
 - [11] 陈彦梅, 钱钺. 盐酸氢吗啡酮联合罗哌卡因臂丛神经阻滞麻醉对上肢骨折术后镇痛效果的影响[J]. 中国医药导报, 2022, 19(13): 107-110.
 - [12] 谭荣青, 许向华. 氢吗啡酮对罗哌卡因臂丛神经阻滞的临床效果及不良反应影响观察[J]. 按摩与康复医学, 2020, 11(11): 65-66.
 - [13] 黄赛赛, 姚菊, 曹苏. 氢吗啡酮对罗哌卡因臂丛神经阻滞临床效果的影响[J]. 中国现代医学杂志, 2018, 28(18): 108-110.
 - [14] Ghasemi, A., Chamanara, M., Paknejad, B., Yousefizoshk, M. and Hazrati, E. (2023) Dexmedetomidine versus Sufentanil as Adjuvants to Bupivacaine for Brachial Plexus Block during Upper Extremity Surgery: A Randomized Clinical Trial. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*, **73**, 736-743. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.03.026>
 - [15] Oliver-Fornies, P., Aragon-Benedi, C., Gomez Gomez, R., Anton Rodriguez, C., San-Jose-Montano, B., Yamak Altinpulluk, E., *et al.* (2025) Hemidiaphragmatic Paralysis after Ultrasound-Guided Brachial Plexus Blocks for Shoulder Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of Clinical Anesthesia*, **105**, Article ID: 111874. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2025.111874>
 - [16] Barnaby, D.P., Chertoff, A.E., Restivo, A.J., Campbell, C.M., Pearlman, S., White, D., *et al.* (2019) Randomized Controlled Trial of Intravenous Acetaminophen versus Intravenous Hydromorphone for the Treatment of Acute Pain in the Emergency Department. *Annals of Emergency Medicine*, **73**, 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2018.06.019>