

瑞马唑仑在喉罩全身麻醉中的应用进展

李雯静¹, 贺涛^{2*}, 刘苗¹, 杨诞²

¹吉首大学医学院, 湖南 吉首

²娄底市中心医院麻醉科, 湖南 娄底

收稿日期: 2025年12月13日; 录用日期: 2026年1月7日; 发布日期: 2026年1月15日

摘要

瑞马唑仑作为一种新型超短效苯二氮草类静脉麻醉药, 具有起效迅速、代谢不依赖肝肾功能、对循环与呼吸影响轻微、且可被氟马西尼特异性拮抗等优势。与创伤小、操作简便的喉罩(LMA)气道管理技术结合后, 更契合加速康复外科(ERAS)理念, 为临床提供了理想的全身麻醉策略。本综述系统总结了瑞马唑仑在喉罩全身麻醉中的最新研究进展, 重点围绕其药理特点、麻醉诱导方案、在不同手术类型中的应用效果及相关不良反应, 并对潜在风险及未来发展方向进行分析与展望, 以为临床实践提供参考依据。

关键词

瑞马唑仑, 喉罩, 全身麻醉, 麻醉诱导, ERAS

Advances in the Application of Remimazolam in Laryngeal Mask Airway General Anesthesia

Wenjing Li¹, Tao He^{2*}, Miao Liu¹, Dan Yang²

¹Medical College, Jishou University, Jishou Hunan

²Department of Anesthesia, Loudi Central Hospital, Loudi Hunan

Received: December 13, 2025; accepted: January 7, 2026; published: January 15, 2026

Abstract

Remimazolam, a novel ultra-short-acting benzodiazepine intravenous anesthetic, offers several unique advantages, including rapid onset, metabolism independent of hepatic or renal function,

*通讯作者。

文章引用: 李雯静, 贺涛, 刘苗, 杨诞. 瑞马唑仑在喉罩全身麻醉中的应用进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 1414-1422. DOI: 10.12677/acm.2026.161182

minimal cardiopulmonary depression, and specific reversibility by flumazenil. When combined with laryngeal mask airway (LMA) management—which is minimally invasive and easy to operate—remimazolam provides an anesthesia strategy well aligned with the principles of enhanced recovery after surgery (ERAS). This review summarizes current advances in the use of remimazolam for LMA-based general anesthesia, focusing on its pharmacological properties, induction strategies, clinical applications across various surgical settings, and associated adverse events. Potential risks and future clinical prospects are also discussed, aiming to provide evidence-based guidance for its clinical use.

Keywords

Remimazolam, Laryngeal Mask Airway, General Anesthesia, Induction of Anesthesia, ERAS

Copyright © 2026 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

瑞马唑仑(Remimazolam)是一种近年来广泛应用于临床的新型短效苯二氮草类静脉麻醉药,其独特的药理学特性与加速康复外科(Enhanced Recovery After Surgery, ERAS)理念高度契合[1]。与传统麻醉药物相比,瑞马唑仑在维持血流动力学稳定性、减少呼吸抑制、实现可控苏醒方面表现出明显优势[2]。瑞马唑仑经组织酯酶(主要为肝脏羧酸酯酶 CES-1A)水解代谢为无活性的产物 CNS7054,其代谢过程不依赖肝肾功能,从而在肝肾功能不全患者中同样具备良好的安全性与可预测性[3]。此外,其镇静效应可通过特异性拮抗剂氟马西尼迅速逆转,显著提升了麻醉管理的灵活性与安全性[4]。

喉罩气道(Laryngeal Mask Airway, LMA)因其插入简便、创伤小、舒适性高等特点,已成为日间手术及短小手术的首选气道管理方式。理想的喉罩置入麻醉药物应同时具备快速起效、镇静充分、循环稳定及可控苏醒等特征。丙泊酚虽为传统静脉麻醉药的代,可以为 LMA 插入提供合适的条件。但在诱导及维持期间易引发低血压、心动过缓及呼吸抑制,尤其在老年或心血管功能不全患者中风险更高[5]。

瑞马唑仑的问世为喉罩麻醉提供了新的优化选择。其起效快、代谢迅速、血流动力学稳定性优异,且可通过拮抗剂逆转,充分满足快速恢复与安全麻醉的双重需求。瑞马唑仑在临床应用中表现出卓越的有效性和安全性,众多临床研究已证实其在程序性镇静、全身麻醉诱导及维持领域具有广泛应用潜力[6]。本文系统综述瑞马唑仑的药理学特征及药效动力学规律、诱导剂量、在不同手术及人群中的临床应用进展,并探讨其及未来发展方向与挑战,为喉罩全身麻醉的规范化用药提供理论依据与实践参考。

2. 主体

2.1. 瑞马唑仑的药理作用

瑞马唑仑是一种新型超短效苯二氮草类麻醉药,是基于咪达唑仑分子结构开发的一种添加了酯侧链[7],结合了与瑞芬太尼类似的结构修饰组成的新型药物。因此,瑞马唑仑具有咪达唑仑和瑞芬太尼两种药物的特性[8]。瑞马唑仑通过选择性激活中枢神经系统 γ -氨基丁酸 A (GABA_A)受体,增强 GABA 介导的氯离子通道开放,从而发挥镇静、催眠、抗焦虑及遗忘等作用[9]。其具有起效迅速、持续时间短、蓄积小和呼吸抑制轻微等特点[10]。

瑞马唑仑的药代动力学特征体现为高清除率和低分布容积, 终末半衰期通常小于 1 小时[11]。其代谢产物 CNS7054 几乎无药理活性, 经肾脏排泄, 不易蓄积, 从而降低了术后延迟苏醒及不良反应的风险[12]。研究表明, 瑞马唑仑在不同性别、年龄、体重、种族的人群中药代动力学几乎无明显差异[13]。

2.2. 瑞马唑仑用于喉罩全麻的诱导方案与剂量反应

随着临床证据的不断积累, 瑞马唑仑在喉罩全身麻醉诱导中的剂量优化研究已逐步聚焦于个体化方案的构建, 其核心在于依据年龄分层(成人、老年及儿童)制定差异化策略, 同时深入探讨其与阿片类或其他镇静类药物联用的协同作用, 为临床制定高效、安全的诱导策略提供了坚实依据。

总体来看, 其剂量需求具有显著的年龄依赖性。药效动力学分析显示, <40 岁成人的推荐 ED_{95} 为 0.25~0.33 mg/kg, 60~80 岁为 0.19~0.25 mg/kg, 而>80 岁患者则降至 0.14~0.19 mg/kg [14]。在成人群体中, 一项基于输注速率的研究 0.10 mg/(kg·min) 的持续输注可在约 2 分钟内实现意识消失, 生命体征平稳, 且无需升压药干预。其诱导意识丧失的 ED_{50} 为 0.07 mg/(kg·min) (90% CI: 0.05~0.09), ED_{90} 为 0.10 mg/(kg·min) (90% CI: 0.10~0.15) [15]。在儿童群体中, 瑞马唑仑的有效剂量显著高于成人, 且随年龄增长逐渐降低。幼儿组的 ED_{50} 与 ED_{95} 分别为 0.42 mg/kg 和 0.57 mg/kg; 学龄前组为 0.41 mg/kg 和 0.57 mg/kg; 学龄组为 0.30 mg/kg 和 0.43 mg/kg [16]。

在临床实践中常将阿片类药物与镇静药物联用, 以优化喉罩置入条件并提高置入成功率。因此多项研究围绕瑞马唑仑与阿片类药物或其他镇静药物联合使用的适宜剂量展开探索。

在一项关于儿童的研究中[17], 采用瑞马唑仑联合 0.3 μ g/kg 舒芬太尼进行喉罩诱导, 结果显示学龄前儿童的 ED_{50} 与 ED_{95} 分别为 0.476 mg/kg 与 0.554 mg/kg, 而学龄儿童分别为 0.427 mg/kg 与 0.504 mg/kg ($p=0.003$), 提示年龄越小, 需求剂量越高。该联合方案在整个诱导过程中循环波动更小, 相较于传统诱导方案具有更优的安全性及稳定性。在刘佳等[18]的研究中, 0.2 μ g/kg 舒芬太尼与 0.2 mg/kg 瑞马唑仑持续 1 分钟静脉泵注即可有效抑制喉罩置入的心血管反应。另一项针对老年患者的研究亦证实, 舒芬太尼可有效抑制喉罩置入应激反应, 其 ED_{50} 与 ED_{95} 分别为 0.18 μ g/kg (95%CI: 0.16~0.21) 和 0.31 μ g/kg (95%CI: 0.27~0.38), 诱导期间血流动力学表现稳定[19]。

在无肌松药喉罩置入方案中, 瑞马唑仑常与瑞芬太尼联合应用。研究显示, 在老年女性群体中, 瑞马唑仑的 ED_{50} 与 ED_{95} 可上升至 0.24 mg/kg 与 0.37 mg/kg, 但当剂量超过 0.3 mg/kg 时, 低血压发生率可高达 80%, 提示高龄女性需谨慎高剂量滴定[20]。另一项研究指出, 瑞马唑仑的 ED_{50} 在性别间差异不显著, 而女性的 ED_{95} 略高于男性, 提示女性可能需要更高剂量以达到相同的镇静深度。同时, 瑞马唑仑联合瑞芬太尼可有效减少喉罩置入时的呛咳和体动, 维持更高水平的循环稳定性[21]。在妇科日间手术中, 10.7 mg/(kg·h) 瑞马唑仑联合 1 μ g/kg 芬太尼能够提供良好的喉罩置入条件, 且循环指标平稳[22]。此外, 一项宫腔镜日间手术研究显示瑞马唑仑以 12 mg/(kg·h) 输注时, 瑞芬太尼的有效靶浓度(EC_{95})为 2.07 ng/ml, 可确保喉罩置入顺利且无明显血流动力学波动[23]。

在联合七氟烷方案中, 瑞马唑仑 1.5 mg/(kg·h) 及以上剂量在女性中具有更强的喉罩置入抑制作用; 与七氟烷联用时(1~2 mg/(kg·h))可显著降低七氟烷的 MAC 值, 体现良好协同效应, 并促进术后快速苏醒[24]。

综合而言, 瑞马唑仑在喉罩全麻诱导中具备良好的剂量可控性与循环稳定性。推荐成人采用 0.1 mg/(kg·min) 持续输注或 0.2~0.3 mg/kg 静注; 老年患者宜减量至 0.2 mg/kg 左右; 儿童则需按年龄及体重个体化调整, 以确保镇静充分与安全恢复。

2.3. 在不同手术中的应用进展

随着日间手术与微创技术的普及, 喉罩气道在临床麻醉中的应用日益广泛, 涵盖眼科、泌尿、妇科、

等多种类型手术。针对不同手术场景，瑞马唑仑在诱导质量、循环稳定性及恢复特征方面均展现出独特优势。

2.3.1. 眼科手术

瑞马唑仑在眼科手术中显示出优异的复苏速度和血流动力学稳定性。胡春华等[25]研究显示，瑞马唑仑复合地氟烷并采用氟马西尼拮抗后，患者的苏醒时间、喉罩拔除时间及离开手术室时间均明显缩短。具体而言，瑞马唑仑组苏醒时间为 4.11 ± 1.17 分钟，显著低于丙泊酚组的 8.64 ± 2.77 分钟，同时术中低血压与心动过缓的发生率亦明显降低。血流动力学数据进一步证实，瑞马唑仑组在诱导及术中各时间点的平均动脉压与心率维持更稳定。在眼底手术中，Zhang S 等[26]发现，通过氟马西尼逆转瑞马唑仑麻醉，可实现麻醉深度的快速可控消退，瑞马唑仑 - 氟马西尼组睁眼时间和喉罩拔除时间分别为 3.8 分钟和 5.2 分钟，显著优于环泊酚组及未使用拮抗剂的瑞马唑仑组。该结果提示，瑞马唑仑 - 氟马西尼组合在日间手术或快速周转场景中具有明显优势。

在儿童斜视矫正手术中，瑞马唑仑则显示出更快、更平稳的麻醉苏醒和更佳的循环稳定性。Qin J 等[27]发现，瑞马唑仑组首次睁眼时间、喉罩拔除时间及达到 MOAA/S 评分 5 分的时间均显著短于丙泊酚组，同时恢复室中 Aldrete 评分 ≥ 9 分的患儿比例更高。Chen HY 等[28]进一步证实，尽管瑞马唑仑诱导时间略长，但术后呼吸道恢复速度及血流动力学稳定性均优于丙泊酚组，提示其在高效周转与安全平稳的儿童日间手术中具有显著价值。

综合各研究可见，瑞马唑仑在减少低血压方面的优势较为一致，而在苏醒时间差异方面则与是否使用氟马西尼高度相关。部分研究未使用拮抗剂，导致苏醒时间较丙泊酚更长，这提示拮抗剂应用是影响术后恢复速度的重要变量。

2.3.2. 泌尿外科短小手术

在泌尿外科短小手术中，瑞马唑仑联合瑞芬太尼表现出剂量依赖性诱导成功率， $0.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 剂量组成功率达 100%，同时术后恢复质量良好，低血压与低氧血症发生率较低[29]。周军等[30]在老年输尿管镜取石术中的研究进一步显示，瑞马唑仑复合瑞芬太尼可缩短麻醉诱导及苏醒时间，术后认知功能及镇痛效果，同时维持血流动力学稳定。

瑞马唑仑 - 瑞芬太尼方案在泌尿外科手术中的优势表现一致，包括循环波动更小、喉罩置入成功率更高。其一致性可能来源于两药在镇静与抗应激方面的互补机制。

2.3.3. 老年骨科手术

瑞马唑仑在老年股骨骨折患者中的研究提示其可减少术后谵妄及苏醒期躁动，血流动力学更为稳定，且对认知功能具有保护作用[31]。Zhang J [32]等关于髋关节置换术的对照研究中发现，瑞马唑仑组术后应激指标显著低于丙泊酚组，同时不良反应发生率更低。Duan J 等[33]研究证实，瑞马唑仑在老年髋关节置换术麻醉中相较于丙泊酚能显著降低苏醒期躁动(emergence agitation, EA)的发生风险。瑞马唑仑组苏醒期躁动发生率仅为 10%，明显低于丙泊酚组 33%，提示瑞马唑仑的代谢特性有助于减少药物蓄积并改善神经功能恢复。

现有研究普遍指出瑞马唑仑的循环稳定性，可降低老年患者术后不良反应的发生率。但不同研究中发生比率存在差异，可能与谵妄评估工具不一致、随访时间不同以及是否联合镇痛方案有关。

2.3.4. 妇科宫腔镜与乳腺手术

在宫腔镜及乳腺手术中，瑞马唑仑表现出快速可控、血流动力学稳定等优势。Tang S 等[34]研究评估了在无肌松药条件下，瑞马唑仑与丙泊酚用于宫腔镜手术喉罩置入的可行性与安全性。研究指出，尽管

瑞马唑仑组的麻醉诱导时间显著长于丙泊酚组，但两组在喉罩置入条件评分上无显著差异，均能达到满意置入条件。在安全性方面，瑞马唑仑的血流动力学稳定性更佳，术中需使用多巴胺维持血压的患者比例显著低于丙泊酚组。李学伦[35]等研究则发现，瑞马唑仑复合舒芬太尼可降低术中血压波动、减轻术后疼痛并缩短恢复时间。不良反应发生率低至 4.76%，显著优于传统丙泊酚方案。Lee J 等[36]在乳腺手术中研究发现，瑞马唑仑 - 氟马西尼组睁眼时间、拔管时间及手术室转出时间均明显缩短，镇静评分更优，显示其在快速康复及日间手术中的应用价值。

综合比较上述研究，尽管均证实瑞马唑仑在血流动力学稳定性方面优于丙泊酚，但在麻醉诱导时间、恢复特性及复合用药策略方面存在一定差异。这些异同提示，瑞马唑仑的临床效能受多种因素调节，包括给药方案、是否联用拮抗剂以及手术刺激类型。

2.3.5. 胸外科手术

一项病例报告中介绍了一种用于胸腔镜肺楔形切除术的创新麻醉方案。在保留患者自主呼吸的条件下，采用瑞马唑仑镇静复合喉罩全身麻醉，研究提出将瑞马唑仑与多模式镇痛(咽部表面麻醉及胸椎旁神经阻滞)联合应用，既增强了对喉罩的耐受性，又降低了循环抑制与呼吸驱动受损风险[37]。

2.3.6. 介入手术

张维义等[38]研究使用瑞马唑仑作为麻醉维持药物用于颅内动脉瘤介入术，研究发现瑞马唑仑能够有效维持血流动力学的相对稳定，尤其是在低剂量组(0.3 μg/(kg·min))中，去甲肾上腺素的使用量显著降低。提示在颅内动脉瘤介入术中麻醉维持时，静脉输注瑞马唑仑[0.3~0.6 μg/(kg·min)]，能保持血流动力学平稳。不同剂量组血流动力学差异提示瑞马唑仑存在明确的剂量依赖性循环抑制特征，需根据手术刺激强度调整输注速率。

关于瑞马唑仑联合喉罩在不同手术中的应用(见表 1)，现有研究多为单中心、样本量有限的随机对照试验，虽能初步表明瑞马唑仑的潜力，但结论的外推仍需谨慎。此外，各研究在评价指标、对照组设置及复合药物选择上不尽一致，限制了结果间的直接可比性。未来需要更多大规模、多中心的随机对照研究，采用标准化的评价体系，并涵盖更多手术类型及患者群体，以进一步明确瑞马唑仑联合喉罩的最佳适用场景与用药方案。

Table 1. Use of Remimazolam in different clinical studies involving LMA general anesthesia
表 1. 瑞马唑仑在喉罩全身麻醉不同临床研究的应用

作者/年份	研究设计	样本量	年龄	手术类型	干预措施	主要结论
胡春华等 [25], 2024	RCT	N = 64	18~65 岁	眼科日间手术	瑞马唑仑诱导 0.3 mg/kg 维持 0.3~0.6 mg/(kg·h)	瑞马唑仑组的苏醒时间、拔管时间和离开手术室时间均显著短于丙泊酚组。
Zhang S 等 [26], 2025	RCT	N = 93	18~65 岁	眼底手术	瑞马唑仑 0.2 mg/kg 联合氟马西尼	瑞马唑仑联合氟马西尼拮抗进行全静脉麻醉，使意识恢复迅速且可靠。
Qin J 等 [27], 2025	RCT	N = 60	3~12 岁	斜视矫正手术	瑞马唑仑 0.3 mg/kg	与丙泊酚相比，瑞马唑仑为儿科患者提供更稳定的血流动力学和更短的术后苏醒时间。
Chen HY 等 [28], 2024	RCT	N = 60	3~7 岁	双眼斜视日间手术	瑞马唑仑诱导 0.4~0.5 mg/kg 维持 2.5~3.0 mg/(kg·h)	瑞马唑仑全身麻醉可以缩短术后从停药到摘喉罩的时间，而不会增加术后不良反应的发生率，并能提供更稳定的血流动力学。

续表

江漩等[29], 2021	RCT	N = 75	≥18 岁	泌尿短小 手术	瑞马唑仑 0.2、0.3、 0.4 mg/kg 三组	单次诱导成功率 0.2 mg/kg 组为 76%, 0.3 mg/kg、0.4 mg/kg 组均为 100%。 达到 BIS ≤ 60 的时间随诱导剂量增加 而缩短。
周军等[30], 2022	RCT	N = 100	60~76 岁	输尿管镜 碎石取石术	瑞马唑仑 0.2 mg/kg	瑞马唑仑复合瑞芬太尼喉罩静脉全身 麻醉具有血流动力学水平稳定、麻醉 效果佳等特点, 且能显著改善患者 术后认知功能和减轻患者术后疼痛。
Fujimoto D 等[31], 2024	RCT	N = 230	65 岁	股骨近端 骨折手术	瑞马唑仑诱导 12 mg/(kg·h), 维持 0.5~1.0 mg/(kg·h)	使用瑞马唑仑与 POD 发病率降低独立 相关。
Zhang J 等 [32], 2022	RCT	N = 59	≥60 岁	髋关节 置换术	瑞马唑仑诱导 0.2~0.4 mg/kg, 维持 0.3~0.5 mg/(kg·h)	与丙泊酚相比, 瑞马唑仑可以达到同等 的麻醉效果且显著缓解呼吸和循环 抑制、应激反应和认知功能障碍, 安全性良好。
Duan J 等 [33], 2023	RCT	N = 60	60~75 岁	髋关节 置换术	瑞马唑仑 0.3 mg/kg	与丙泊酚相比, 瑞马唑仑进一步降低了 苏醒期躁动的发生率且血流动力学影响 小, 降低了术后不良事件的发生率。
Tang S 等 [34], 2023	RCT	N = 72	18~60 岁	宫腔镜 手术	瑞马唑仑诱导 0.2~0.4 mg/kg, 维持 0.3~0.5 mg/(kg·h)	瑞马唑仑在不使用肌松药的情况下提供 了与丙泊酚相似的插入条件和更好的 血流动力学稳定性。
李学伦等 [35], 2023	RCT	N = 126	22~58 岁	宫腔镜 检查	瑞马唑仑诱导 0.05~0.15 mg/kg, 维持 0.3~0.5 mg/(kg·h)	瑞马唑仑复合舒芬太尼喉罩全身麻醉在 宫腔镜检查中的应用效果较好, 对患者 复苏质量具有积极影响, 可加快恢复 速度, 不良反应发生风险低。
Lee J 等 [36], 2024	RCT	N = 66	≥19 岁	乳腺手术	瑞马唑仑 6 mg/(kg·h)联合 氟马西尼	瑞马唑仑联合氟马西尼有更快的恢复 和更好的 SAS 评分。

2.4. 瑞马唑仑临床应用的不良反应

尽管瑞马唑仑在临床应用中表现出良好的安全性和耐受性, 其潜在不良反应仍值得高度关注。作为特异性苯二氮卓类受体拮抗剂, 氟马西尼能够迅速逆转瑞马唑仑的镇静作用, 加快苏醒进程并缩短恢复时间。然而, 部分研究报道, 在氟马西尼逆转后患者可出现轻度再镇静现象[39][40], 该现象尤其多见于高龄患者, 原因与其组织再分布速率较慢、对苯二氮卓类药物敏感性更高有关。因此, 建议我们在使用拮抗剂逆转后持续监测至少 1 小时, 氟马西尼的推荐初始剂量为 0.2 mg, 必要时可追加, 分次小剂量给药。在临床实践中应根据镇静深度和患者个体差异谨慎调整拮抗剂剂量, 并加强术后观察以确保安全。

Park 等[41]研究显示, 约 21.6%的患者在麻醉维持阶段 BIS 值大于 60, 需追加咪达唑仑以加深镇静, 提示瑞马唑仑联合瑞芬太尼方案在部分个体中可能镇静深度不足, 存在体动或反应性增强的风险。这一现象更多发生于年轻患者或未使用肌松药物的情况, 也可能与瑞马唑仑持续输注过程中出现的急性耐受有关, 后者可使相同目标浓度下 BIS 值与镇静评分的对应关系发生改变[42]。因此在喉罩置入或手术刺激较强时, 应实时监测镇静深度。基于剂量反应研究, 推荐成人采用 0.1 mg/(kg·min)持续输注或 0.2~0.3 mg/kg 静注, 老年患者宜减量, 儿童则需按年龄及体重个体化调整。同时, 应根据手术刺激类型适当调整瑞马唑仑输注速率或联合用药剂量, 以避免镇静不充分导致的不良事件。

此外, 回顾性分析结果表明, 瑞马唑仑亦可能诱发严重不良反应, 包括过敏反应、心肺骤停及血管通路堵塞等, 其中老年患者的发生风险相对较高[43]。已有文献报道瑞马唑仑可引起罕见但致命的过敏性休克[44] [45], 并提示其与其他苯二氮草类药物间可能存在交叉过敏反应[46]。因此, 在临床使用前应详细评估患者的过敏史和既往用药反应, 对高风险患者可采用皮肤试验或替代方案。

综上所述, 虽然瑞马唑仑总体安全性较高, 但仍应严格遵循适应症与剂量规范, 避免过度或不当使用。对高危患者群体(如老年人、既往过敏史者或存在多系统疾病者)应加强围术期监测和动态评估, 以最大程度保障麻醉安全。

3. 小结与展望

随着瑞马唑仑在喉罩全身麻醉中的应用日益广泛, 其未来发展方向与面临的挑战也逐渐成为临床研究和实践关注的重点。当前关于瑞马唑仑的临床研究多集中于成人及特定儿童群体, 尚缺乏大规模、多中心的临床试验数据来系统验证其在不同年龄层及合并症患者中的剂量方案及安全性。展望未来, 瑞马唑仑在喉罩全身麻醉中的应用仍有广阔的发展空间。当前研究多为单中心或小样本, 限制了结论的广泛推广。因此, 开展多中心、大样本的临床试验尤为必要, 以验证其安全性和有效性, 进一步完善剂量调整和联合用药策略。同时结合药代动力学、人工智能与机器学习技术, 建立实时而精确的个体化给药模型, 或可推动瑞马唑仑向精准麻醉领域深化应用。

参考文献

- [1] Beilstein, C.M., Wuethrich, P.Y., Furrer, M.A. and Engel, D. (2022) Comments on “Essential Elements of Anaesthesia Practice in ERAS Programs” and “Tips and Tricks in Achieving Zero Peri-Operative Opioid Used in Onco-Urologic Surgery”. *World Journal of Urology*, 40, 2357-2358. <https://doi.org/10.1007/s00345-022-04081-5>
- [2] Masui, K. (2024) Remimazolam: Its Clinical Pharmacology and Evolving Role in Anesthesia and Sedation Practice. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 37, 344-351. <https://doi.org/10.1097/aco.0000000000001384>
- [3] Stöhr, T., Colin, P.J., Ossig, J., Pesic, M., Borkett, K., Winkle, P., et al. (2021) Pharmacokinetic Properties of Remimazolam in Subjects with Hepatic or Renal Impairment. *British Journal of Anaesthesia*, 127, 415-423. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.05.027>
- [4] Pan, Y., Chen, M., Gu, F., Chen, J., Zhang, W., Huang, Z., et al. (2022) Comparison of Remimazolam-Flumazenil versus Propofol for Rigid Bronchoscopy: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 12, Article 257. <https://doi.org/10.3390/jcm12010257>
- [5] Goertzen, C., Goertzen, E., Zanjir, M., Dare, C., Azarpazhooh, A. and Wong, M. (2024) Comparison of Anesthetics for Laryngeal Mask Airway Insertion: A Network Meta-Analysis. *Anesthesia Progress*, 71, 58-75. <https://doi.org/10.2344/22-00033>
- [6] Brohan, M., Brohan, J. and Goudra, B. (2024) Remimazolam and Its Place in the Current Landscape of Procedural Sedation and General Anesthesia. *Journal of Clinical Medicine*, 13, Article 4362. <https://doi.org/10.3390/jcm13154362>
- [7] Kim, S. and Fechner, J. (2022) Remimazolam—Current Knowledge on a New Intravenous Benzodiazepine Anesthetic Agent. *Korean Journal of Anesthesiology*, 75, 307-315. <https://doi.org/10.4097/kja.22297>
- [8] Kim, K.M. (2022) Remimazolam: Pharmacological Characteristics and Clinical Applications in Anesthesiology. *Anesthesia and Pain Medicine*, 17, 1-11. <https://doi.org/10.17085/apm.21115>
- [9] Chen, Y., Gong, C., Liu, F., Jiao, Z. and Zheng, X. (2024) Toward Model-Informed Precision Dosing for Remimazolam: A Population Pharmacokinetic-Pharmacodynamic Analysis. *Pharmaceutics*, 16, Article 1122. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16091122>
- [10] Birgenheier, N.M., Stuart, A.R. and Egan, T.D. (2020) Soft Drugs in Anesthesia: Remifentanyl as Prototype to Modern Anesthetic Drug Development. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 33, 499-505. <https://doi.org/10.1097/aco.0000000000000879>
- [11] Schüttler, J., Eisenried, A., Lerch, M., Fechner, J., Jeleazcov, C. and Ihmsen, H. (2020) Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Remimazolam (CNS 7056) after Continuous Infusion in Healthy Male Volunteers: Part I. Pharmacokinetics and Clinical Pharmacodynamics. *Anesthesiology*, 132, 636-651. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000003103>

- [12] Monanian, G., Yonel, B., Rupert, D., Razak, A., DeLemos, M. and Bergese, S.D. (2025) Evaluating Remimazolam for Procedural Sedation. *Current Neuropharmacology*, **23**, 1009-1020. <https://doi.org/10.2174/011570159x367968250117034551>
- [13] Kilpatrick, G.J. (2021) Remimazolam: Non-Clinical and Clinical Profile of a New Sedative/Anesthetic Agent. *Frontiers in Pharmacology*, **12**, Article 690875. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.690875>
- [14] Chae, D., Kim, H.C., Song, Y., Choi, Y.S. and Han, D.W. (2022) Pharmacodynamic Analysis of Intravenous Bolus Remimazolam for Loss of Consciousness in Patients Undergoing General Anaesthesia: A Randomised, Prospective, Double-Blind Study. *British Journal of Anaesthesia*, **129**, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.02.040>
- [15] Jeong, H., Kim, H. and Ahn, H.J. (2023) An Adequate Infusion Rate of Remimazolam for Induction of General Anesthesia in Adult Patients: A Prospective Up-And-Down Dose-Finding Study. *Journal of Clinical Medicine*, **12**, Article 1763. <https://doi.org/10.3390/jcm12051763>
- [16] Cai, Y.H., Dong, L.Q., Zhong, J.W., Lin, Z., et al. (2025) ED50 and ED95 of Remimazolam for Loss of Consciousness in Young Children: A Dose-Finding Study for Induction of Anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, **134**, 1709-1716. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2025.02.004>
- [17] Li, H., Wang, J., Wei, R. and Jiang, Y. (2024) Median Effective Dose of Remimazolam Combined with Sufentanil for Inhibiting Laryngeal Mask Airway Insertion Responses in Children of Different Ages. *Frontiers in Pharmacology*, **15**, Article 1506209. <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1506209>
- [18] 刘佳, 张二飞, 王丽, 邢东, 聂煌. 苯磺酸瑞马唑仑抑制老年患者喉罩置入心血管反应有效剂量的测定[J]. 华西医学, 2024, 39(2): 240-244.
- [19] Wang, S., Wang, W., Xiao, J., Yu, H., Zhou, H. and Xu, H. (2022) Determination of the Median Effective Dose of Sufentanil for Inhibiting the Laryngeal Mask Insertion Response in Geriatric Patients: A Prospective, Double-Blinded, Dose-Response Trial. *BMC Anesthesiology*, **22**, Article No. 216. <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01758-7>
- [20] Xu, Q., Qian, J., Zhang, S.Q., Xia, F., Hu, H. and Xiao, F. (2025) Dose-Response Study of Remimazolam Combined with Remifentanyl for Attenuating Stress Response during Laryngeal Mask Airway Insertion in Elderly Female Patients: A Prospective Double-Blinded Study. *Drug Design, Development and Therapy*, **19**, 1575-1583. <https://doi.org/10.2147/dddt.s494426>
- [21] Oh, J.Y., Park, S.Y., Moon, J.Y., Park, J.H. and Joe, H.B. (2024) The Effect of Sex on the Remimazolam Dosage Required for Successful I-Gel Supraglottic Airway Insertion with Remifentanyl in Non-Paralyzed Patients: An Up-and-Down Sequential Allocation Trial. *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article 670. <https://doi.org/10.3390/jcm13030670>
- [22] Kim, J., Lee, S., Kim, Y. and Jeong, J.S. (2023) Remimazolam Dose for Successful Insertion of a Supraglottic Airway Device with Opioids: A Dose-Determination Study Using Dixon's Up-and-Down Method. *Canadian Journal of Anesthesia*, **70**, 343-350. <https://doi.org/10.1007/s12630-022-02379-x>
- [23] Choi, J.J., Jung, W.S., Chang, Y.J., Yoo, S. and Kwak, H.J. (2023) Effective Concentration of Remifentanyl for Successful I-Gel Insertion during Remimazolam Induction. *Korean Journal of Anesthesiology*, **76**, 235-241. <https://doi.org/10.4097/kja.22606>
- [24] Huang, Y., Liao, H., Li, L., Xu, J., Jiang, P., Guo, Y., et al. (2024) Minimal Alveolar Concentration of Sevoflurane in Combination with Remimazolam in Adults during Laryngeal Mask Insertion: An Up-Down Sequential Allocation Study. *BMC Anesthesiology*, **24**, Article No. 94. <https://doi.org/10.1186/s12871-024-02468-y>
- [25] 胡春华, 王古岩, 王惠军, 奚春花, 张丛雅, 吴黎黎. 瑞马唑仑复合地氟烷全身麻醉联合氟马西尼拮抗在眼科日间手术中的应用[J]. 实用医学杂志, 2024, 40(4): 537-542.
- [26] Zhang, S., Liu, Y., Liu, Y. and Xu, T. (2025) The Recovery of Ciprofol, Remimazolam and Remimazolam-Flumazenil for General Anesthesia Undergoing Fundus Surgery: A Single-Center, Prospective, Randomized, Controlled Clinical Study. *Drug Design, Development and Therapy*, **19**, 3691-3700. <https://doi.org/10.2147/dddt.s512431>
- [27] Qin, J., Gan, W., Liu, Q., Zhang, X., Li, X., Lu, B., et al. (2025) Emergence Profiles of Remimazolam-Flumazenil versus Propofol in Pediatric General Anesthesia for Strabismus Correction: A Randomized Clinical Trial. *BMC Anesthesiology*, **25**, Article No. 218. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-03050-w>
- [28] Chen, H.Y., Wang, H.J., Xi, C.H., Wang, Y., et al. (2024) Comparison of the Effects of General Anesthesia between Remimazolam and Propofol in Pediatric Patients Undergoing Binocular Strabismus Day Surgery. *National Medical Journal of China*, **104**, 2728-2733.
- [29] 江璇, 郑小艳, 嵇富海, 毕国荣, 李健, 朱晓刚. 瑞马唑仑联合瑞芬太尼在泌尿外科短小手术中的研究[J]. 中国药杂志, 2021, 56(22): 1840-1843.
- [30] 周军, 尹波, 许毓光, 曾娟. 瑞马唑仑复合瑞芬太尼喉罩静脉全身麻醉用于老年输尿管镜碎石取石术中的安全性及有效性观察[J]. 中国医刊, 2022, 57(4): 405-408.
- [31] Fujimoto, D., Obata, N. and Mizobuchi, S. (2024) Effectiveness of Remimazolam in Preventing Postoperative Delirium

- in Elderly Patients with Proximal Femoral Fractures. *Journal of Anesthesia*, **38**, 475-482. <https://doi.org/10.1007/s00540-024-03339-z>
- [32] Zhang, J., Wang, X., Zhang, Q., Wang, Z. and Zhu, S. (2022) Application Effects of Remimazolam and Propofol on Elderly Patients Undergoing Hip Replacement. *BMC Anesthesiology*, **22**, Article No. 118. <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01641-5>
- [33] Duan, J., Ju, X., Wang, X., Liu, N., Xu, S. and Wang, S. (2023) Effects of Remimazolam and Propofol on Emergence Agitation in Elderly Patients Undergoing Hip Replacement: A Clinical, Randomized, Controlled Study. *Drug Design, Development and Therapy*, **17**, 2669-2678. <https://doi.org/10.2147/dddt.s419146>
- [34] Tang, S., Lu, J., Xu, C., Wei, L., Mei, S., Chen, R., *et al.* (2023) Feasibility and Safety of Remazolam versus Propofol When Inserting Laryngeal Masks without Muscle Relaxants during Hysteroscopy. *Drug Design, Development and Therapy*, **17**, 1313-1322. <https://doi.org/10.2147/dddt.s408584>
- [35] 李学伦, 李文醒, 张琼丽, 冯超群. 瑞马唑仑复合舒芬太尼喉罩全身麻醉在宫腔镜检查中的应用效果及对患者复苏质量的影响[J]. 临床合理用药, 2023, 16(20): 108-110.
- [36] Lee, J., Kim, D.H., Ju, J.W., Nam, K., Cho, Y.J., Jeon, Y., *et al.* (2024) Comparison of Recovery Profiles between Total Intravenous Anaesthesia with Propofol or Remimazolam Reversed with Flumazenil in Patients Undergoing Breast Surgery: A Randomised Controlled Trial. *European Journal of Anaesthesiology*, **41**, 199-207. <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000001951>
- [37] Xie, M., Meng, Y. and Pei, H. (2024) Thoracoscopic Wedge Resection of the Upper Lobe of the Left Lung Achieved by a New Approach of Laryngeal Mask General Anesthesia with Preservation of Spontaneous Breathing: A Case Report. *Medicine*, **103**, e39172. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000039172>
- [38] 张维义, 哈思远, 苑广超, 王芳, 夏维. 瑞马唑仑对颅内动脉瘤介入治疗围手术期血流动力学的影响[J]. 中国临床神经外科杂志, 2022, 27(8): 684-686.
- [39] Zhang, L., Wang, Z., Liu, Y., Zhang, X. and Wu, Y. (2024) Comparison of Remimazolam Tosilate and Propofol Sedation on the Early Postoperative Quality of Recovery in Patients Undergoing Day Surgery: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Drug Design, Development and Therapy*, **18**, 1743-1754. <https://doi.org/10.2147/dddt.s456675>
- [40] Oh, E.J., Chung, Y.J., Lee, J., Kwon, E.J., Choi, E.A., On, Y.K., *et al.* (2023) Comparison of Propofol Vs. Remimazolam on Emergence Profiles after General Anesthesia: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Anesthesia*, **90**, Article 111223. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2023.111223>
- [41] Park, I., Cho, M., Nam, S.W., Hwang, J., Do, S. and Na, H. (2022) Total Intravenous Anesthesia Induced and Maintained by a Combination of Remimazolam and Remifentanyl without a Neuromuscular Blocking Agent: A Prospective, Observational Pilot Study. *BMC Anesthesiology*, **22**, Article No. 237. <https://doi.org/10.1186/s12871-022-01779-2>
- [42] Vellinga, R., Koomen, J.V., Eleveld, D.J., Stöhr, T., Pesic, M., Struys, M.M.R.F., *et al.* (2024) Target-Controlled Infusion of Remimazolam in Healthy Volunteers Shows Some Acute Tolerance. *Anesthesiology*, **140**, 207-219. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000004811>
- [43] Liu, H., Li, Z., Yan, S. and Ming, S. (2025) Adverse Event Signal Analysis of Remimazolam Using the fda Adverse Event Reporting System Database. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **69**, e14588. <https://doi.org/10.1111/aas.14588>
- [44] Tsurumi, K., Takahashi, S., Hiramoto, Y., Nagumo, K., Takazawa, T. and Kamiyama, Y. (2021) Remimazolam Anaphylaxis during Anesthesia Induction. *Journal of Anesthesia*, **35**, 571-575. <https://doi.org/10.1007/s00540-021-02934-8>
- [45] Lee, J. and Kim, S.H. (2024) Remimazolam-Induced Anaphylaxis and Cardiovascular Collapse: A Narrative Systematic Review of Eleven Cases. *Medicina*, **60**, Article 971. <https://doi.org/10.3390/medicina60060971>
- [46] Nakai, T., Kako, E., Ota, H., So, M. and Sobue, K. (2024) Remimazolam Anaphylaxis in a Patient Not Allergic to Brotizolam: A Case Report and Literature Review. *BMC Anesthesiology*, **24**, Article No. 204. <https://doi.org/10.1186/s12871-024-02591-w>