

引用格式:龙翔,陈平,江晶晶,等.苯磺酸瑞马唑仑用于儿童麻醉诱导意识消失的ED₉₅测定[J].巴楚医学,2026,9(3):72-77. DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2026.03.011

Cite as: Long Xiang, Chen Ping, Jiang Jingjing, et al. Determination of ED₉₅ of Remimazolam Besylate for Loss of Consciousness During Anesthesia Induction in Children[J]. Bachu Medical Journal, 2026, 9(3): 72-77. DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2026.03.011

苯磺酸瑞马唑仑用于儿童麻醉诱导意识消失的ED₉₅测定

龙翔 陈平 江晶晶 龚园

(三峡大学附属中心人民医院[宜昌市中心人民医院]麻醉与围术期医学科 & 三峡大学麻醉与急危重症医学研究所,湖北宜昌 443003)

摘要: **目的:**测定苯磺酸瑞马唑仑用于儿童全身麻醉诱导时意识消失的95%有效剂量(ED₉₅),为儿童全身麻醉诱导的合理用药提供临床依据。**方法:**选取2023年2月—2024年2月就诊于宜昌市中心人民医院行择期手术的患儿80例,分为学龄前组(3~6岁)和学龄组(6~12岁),每组40例。采用偏硬币法确定苯磺酸瑞马唑仑的目标剂量;两组首例患儿静脉注射苯磺酸瑞马唑仑初始剂量均为0.2 mg/kg,根据上1例患儿意识消失情况调整后续剂量,剂量调整幅度为0.05 mg/kg。采用保序回归分别计算两组患儿苯磺酸瑞马唑仑诱导意识消失的ED₉₅及其95%置信区间(CI),对比两组差异及围术期相关指标。**结果:**学龄前组患儿苯磺酸瑞马唑仑诱导意识消失的ED₉₅为0.58 mg/kg (95%CI:0.55,0.60);学龄组ED₉₅为0.47 mg/kg (95%CI:0.45,0.49)。麻醉诱导期间,两组患儿血流动力学保持稳定且均未出现注射痛、喉痉挛、支气管痉挛等严重不良反应。**结论:**苯磺酸瑞马唑仑用于儿童麻醉诱导意识消失的ED₉₅存在年龄差异,学龄前儿童(3~6岁)所需ED₉₅高于学龄儿童(6~12岁);单剂量苯磺酸瑞马唑仑静脉诱导起效较快、安全性良好,临床应用时应根据儿童年龄段个体化调整剂量,以保障麻醉效果与安全性。

关键词:苯磺酸瑞马唑仑; 全身麻醉; 意识消失; 95%有效剂量; 儿童

中图分类号:R614.2

文献标志码:A

文章编号:2096-6113(2026)03-0072-06

Determination of ED₉₅ of Remimazolam Besylate for Loss of Consciousness During Anesthesia Induction in Children

Long Xiang Chen Ping Jiang Jingjing Gong Yuan

(Department of Anesthesiology and Perioperative Medicine, Yichang Central People's Hospital, Affiliated Central People's Hospital, China Three Gorges University & Institute of Anesthesiology and Critical Care Medicine, China Three Gorges University, Yichang 443003, China)

Abstract Objective: To determine the 95% effective dose (ED₉₅) of remimazolam besylate for loss of consciousness during general anesthesia induction in children, and to provide clinical evidence for the rational use of remimazolam besylate in children's general anesthesia induction. **Methods:** A total of 80 children who underwent elective surgery at Yichang Central People's Hospital from February 2023 to February 2024 were selected and divided into a preschool group (3 to 6 years old) and a school-age group (6 to 12 years old), with 40 cases in each group. The biased coin method was used to determine the target dose of remimazolam besylate. The initial dose of remimazolam besylate for the first child in both groups was 0.2 mg/kg, and the

基金项目:湖北陈孝平科技发展基金青年科学专项基金项目(CXPJH123001-2302)

作者简介:龙翔,主治医师,E-mail: longxiang5566@hotmail.com

通信作者:龚园,主任医师,E-mail: gy-yc@163.com

subsequent dose was adjusted according to the loss of consciousness of the previous child, with a dose adjustment range of 0.05 mg/kg. The isotonic regression method was used to calculate the ED_{95} and its 95% confidence interval (CI) of remimazolam besylate induced loss of consciousness in the two groups, the differences and perioperative related indicators between the two groups were compared. **Results:** The ED_{95} of remimazolam besylate induced loss of consciousness in the preschool group was 0.58 mg/kg (95% CI: 0.55, 0.60), and the ED_{95} in the school-age group was 0.47 mg/kg (95% CI: 0.45, 0.49). During anesthesia induction, the hemodynamics of children in both groups remained stable, and no serious adverse reactions such as injection pain, laryngospasm, or bronchospasm occurred. **Conclusion:** There is an age difference in the ED_{95} of remimazolam besylate for loss of consciousness during anesthesia induction in children. The required ED_{95} in preschool children (3 to 6 years old) is higher than that in school-age children (6 to 12 years old). Single-dose intravenous remimazolam besylate induction has a rapid onset and good safety. In clinical application, the dose should be adjusted individually according to the child's age group to ensure the anesthetic effect and safety.

Keywords remimazolam besylate; general anesthesia; loss of consciousness; effective dose 95% (ED_{95}); children

全身麻醉是儿童手术中常见的麻醉方式,麻醉诱导是全身麻醉开始的关键环节。由于儿童具有特殊的生理特征,儿童体内麻醉药物的代谢过程与成人存在显著差异。在麻醉诱导过程中需要使用镇静剂,丙泊酚作为儿童全身麻醉诱导的常用药物,存在注射痛、呼吸及循环不稳等潜在安全风险,临床应用受到限制^[1-2]。咪达唑仑作为经典的苯二氮草类镇静药,在儿童麻醉和镇静领域应用广泛,但由于该药在儿童体内的药代动力学差异显著,剂量调整难度较大,容易引起药物蓄积^[3]。瑞马唑仑作为一种新型苯二氮草类镇静药,具有超短效、代谢快速、无活性代谢物蓄积、呼吸与循环稳定、注射痛极少等特点^[4],完美弥补了丙泊酚和咪达唑仑的诸多缺陷,在儿童全麻与镇静应用中具有较大优势。本研究通过偏硬币法设计,明确不同年龄段儿童苯磺酸瑞马唑仑麻醉诱导意识消失的 95% 有效剂量(effective dose 95%, ED_{95})及安全性,为临床个体化用药提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择 2023 年 2 月—2024 年 2 月在宜昌市中心人民医院接受全身麻醉手术治疗的 80 例患儿,分为 3~6 岁的学龄前组($n=40$)和 6~12 岁学龄组($n=40$)。本研究已通过宜昌市中心人民医院医学伦理委员会的审查批准(批号:2023-002-01)。

纳入标准:①选择择期行腹腔镜下腹股沟疝囊高位结扎术或扁桃体腺样体切除手术的患儿;②预期手术时间不超过 60 min 的患儿;③年龄 3~12 岁;④美国

麻醉医师协会分级为 I~II 级;⑤患儿家长或法定监护人已签署知情同意书。

排除标准:①身体质量指数(body mass index, BMI) ≥ 28 kg/m² 或 ≤ 14 kg/m²;体重 ≤ 10 kg 或 ≥ 28 kg;②术前 24 h 内使用过镇痛镇静药、镇吐药及抗瘙痒药物的患儿;③术前 24 h 内体温高于 38℃ 或伴有急性上呼吸道感染症状的患儿;④有支气管哮喘病史的患儿;⑤术前评估为困难气道或既往有异常麻醉恢复史的患儿;⑥存在肾功能损伤(血尿素氮和/或血肌酐超过正常值上限)或肝功能损伤(谷草转氨酶和/或谷丙转氨酶超过正常值上限 1.5 倍)的患儿;⑦ 6 个月内有严重头部创伤史或颅内高压的患儿;⑧伴有其他研究者认为不适合入选情况的患儿。

1.2 研究方法

所有患儿术前均严格执行常规禁食禁水方案(禁食 6 h、禁水 2 h),已于病房内建立手背静脉通路。入手术室后,常规监测心电图、心率(heart rate, HR)、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)及血氧饱和度(saturation of peripheral oxygen, SpO₂),随后给予面罩吸氧 5 min(氧流量 5 L/min)。两组患儿均采用苯磺酸瑞马唑仑(宜昌人福药业,批号 H20200006, 25 mg/支)进行麻醉诱导,诱导起始剂量统一为 0.2 mg/kg,以静脉注射方式给药,时间控制为 1 min。注射完毕后观察患儿 5 min,其间每分钟记录 1 次患儿的改良警觉/镇静评分(modified observer's assessment of alertness/sedation, MOAA/S)、SBP、DBP、MAP、HR 及 SpO₂。

本研究将 MOAA/S ≤ 1 分定义为意识消失^[5],

MOAA/S 总分为 5 分,其中 1 分表示对轻刺激无反应,仅对疼痛刺激(如挤压斜方肌)有反应;0 分表示对疼痛刺激无反应。根据患儿意识消失情况调整下 1 例患儿的给药剂量。若前 1 例患儿单次静脉注射苯磺酸瑞马唑仑后出现意识消失,下 1 例患儿给药剂量以 95% 概率维持不变,5% 概率减少 0.05 mg/kg;若前 1 例患儿给药后未出现意识消失,则下 1 例患儿的苯磺酸瑞马唑仑剂量增加 0.05 mg/kg。

5 min 观察期结束后,所有患儿均依次给予舒芬太尼 0.3 μ g/kg、丙泊酚 1.5 mg/kg 及罗库溴铵 0.6 mg/kg 进行麻醉诱导,随后行气管插管并采用机械通气维持呼吸,术中通过吸入七氟醚维持麻醉深度在 0.7~1.2 MAC。

1.3 观察指标

记录患儿麻醉诱导前(T_0)及静脉注射苯磺酸瑞马唑仑后 1 min(T_1)、2 min(T_2)、3 min(T_3)、4 min(T_4)、5 min(T_5)时的 SBP、DBP、MAP、HR 及 SpO₂。并同步记录注射性疼痛、低氧血症(SpO₂<90%)、低血压[<(70+年龄 $\times$ 2) mmHg]、心动过缓(学龄前组:HR<80 次/min;学龄组:HR<60 次/min)、恶心

呕吐、喉痉挛、支气管痉挛等发生情况。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 20.0 与 R 4.5.3 进行数据统计分析。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料采用 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验。同组重复测量指标采用重复测量方法分析。通过保序回归计算瑞马唑仑的 ED₉₅,并通过 2 000 次 Bootstrap 重复抽样获得 95% 置信区间(confidence interval, CI)。所有统计检验均为双侧检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿一般资料比较

学龄前组患儿平均年龄为(51.25 $\pm$ 10.85)月,BMI 为(15.50 $\pm$ 1.40)kg/m²;学龄组患儿平均年龄为(94.65 $\pm$ 7.11)月,BMI 为(16.90 $\pm$ 1.73)kg/m²。两组患儿在麻醉时间、手术时间、拔管时间及苏醒时间方面的差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),见表 1。

表 1 两组患儿一般资料 [$n(\%)$, ($\bar{x}\pm s$)]

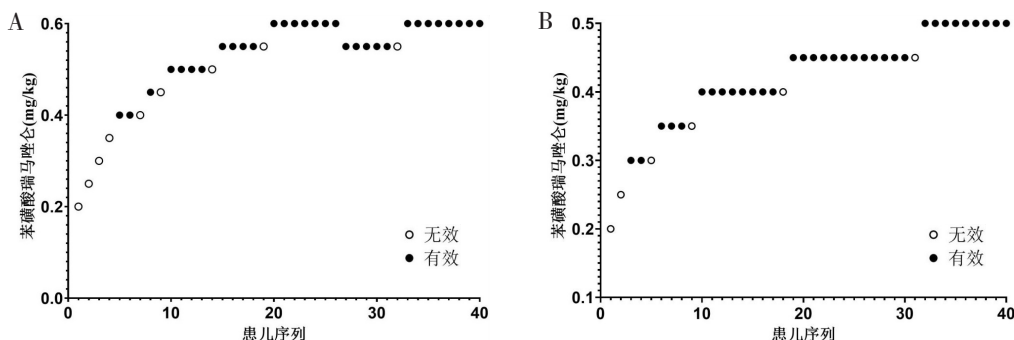
项目	学龄前组($n=40$)	学龄组($n=40$)	χ^2/t	P
性别				
男	31(77.50)	33(82.50)		
女	9(22.50)	7(17.50)	0.309	0.579
年龄/月	51.25 $\pm$ 10.85	94.65 $\pm$ 7.11	-21.160	<0.001
身高/cm	104.66 $\pm$ 6.94	128.15 $\pm$ 6.49	-15.635	<0.001
体重/kg	17.05 $\pm$ 2.70	27.76 $\pm$ 3.66	-14.893	<0.001
BMI/(kg/m ²)	15.50 $\pm$ 1.40	16.90 $\pm$ 1.73	-3.980	<0.001
麻醉时间/min	40.50 $\pm$ 9.08	40.17 $\pm$ 8.85	0.162	0.872
手术时间/min	26.50 $\pm$ 11.13	24.32 $\pm$ 10.15	0.913	0.364
拔管时间/min	12.55 $\pm$ 3.98	12.12 $\pm$ 3.96	0.479	0.633
苏醒时间/min	17.62 $\pm$ 7.66	16.85 $\pm$ 4.54	0.551	0.584

注:BMI:身体质量指数。

2.2 苯磺酸瑞马唑仑意识消失的 ED₉₅ 测定

在学龄前组中,单次静脉注射苯磺酸瑞马唑仑后,意识消失的 ED₉₅ 为 0.58 mg/kg(95%CI:0.55,

0.60);在学龄组中,单次静脉注射苯磺酸瑞马唑仑后,意识消失的 ED₉₅ 为 0.47 mg/kg(95%CI:0.45, 0.49),见图 1 及表 2。



注:A:学龄前组;B:学龄组;ED₉₅:95%有效剂量。

图 1 苯磺酸瑞马唑仑意识消失的 ED₉₅ 测定

表 2 剂量组原始有效率及 PAVA 保序回归校正有效率

苯磺酸瑞马唑仑剂量/(mg/kg)	例数	有效数	原始有效率	PAVA 校正有效率
学龄前组	0.20	1	0	0.000
	0.25	1	0	0.000
	0.30	1	0	0.000
	0.35	1	0	0.000
	0.40	3	2	0.667
	0.45	2	1	0.500
	0.50	5	4	0.800
	0.55	11	9	0.818
	0.60	15	15	1.000
学龄组	0.20	1	0	0.000
	0.25	1	0	0.000
	0.30	3	2	0.667
	0.35	4	3	0.750
	0.40	9	8	0.889
	0.45	13	12	0.923
	0.50	9	9	1.000

注:PAVA:相邻违规池算法。

2.3 两组患儿血流动力学指标

静脉注射苯磺酸瑞马唑仑 5 min 内,两组患儿 T₁、T₂、T₃、T₄、T₅ 的各血流动力学指标(SBP、DBP、MAP 及 HR)均较 T₀ 明显降低(均 $P<0.05$),见表 3。两组均未出现低血压、低氧血症、心动过缓、注射痛、恶心呕吐、喉痉挛及支气管痉挛等情况。

表 3 两组患儿不同时间点血流动力学指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	F	P
学龄前组 (n=40)	SBP	112.35±8.30	103.92±11.77 ^a	102.58±10.62 ^a	102.62±12.02 ^a	100.25±8.54 ^a	102.65±7.56 ^a	7.224 <0.001
	DBP	70.43±9.48	63.50±10.10 ^a	62.25±10.75 ^a	62.98±11.24 ^a	62.78±8.93 ^a	62.45±8.64 ^a	4.045 0.002
	MAP	83.50±8.89	80.00±9.38 ^a	78.45±9.97 ^a	77.50±9.87 ^a	76.63±6.79 ^a	76.70±7.30 ^a	3.571 0.004
	HR	110.93±11.10	103.65±10.43 ^a	103.35±9.89 ^a	102.25±10.01 ^a	103.48±10.72 ^a	103.38±10.21 ^a	3.752 0.003
学龄组 (n=40)	SBP	118.38±8.29	110.75±12.50 ^a	105.98±11.03 ^a	108.85±11.08 ^a	107.23±9.75 ^a	106.18±8.14 ^a	8.324 <0.001
	DBP	75.30±8.72	67.73±9.21 ^a	66.50±8.63 ^a	67.10±8.47 ^a	66.30±7.60 ^a	65.00±7.21 ^a	7.867 <0.001
	MAP	86.88±8.29	82.08±9.52 ^a	79.70±8.69 ^a	81.05±7.38 ^a	79.93±6.50 ^a	78.75±5.88 ^a	5.596 <0.001
	HR	103.05±14.33	96.63±14.64 ^a	97.28±13.88 ^a	97.55±12.63 ^a	96.45±13.19 ^a	92.80±13.19 ^a	2.338 0.043

注:SBP:收缩压;DBP:舒张压;MAP:平均动脉压;HR:心率;与同组 T₀ 相比,^a $P<0.05$ 。

3 讨论

本研究采用有偏硬币设计结合保序回归法,目的是测定 3~12 岁择期手术患儿静脉注射苯磺酸瑞马唑仑意识消失的 ED₉₅,同时观测其血流动力学指标的改变以及短期安全性。分析结果表明,学龄前组患儿意识消失的 ED₉₅ 是 0.58 mg/kg(95%CI:0.55, 0.60),学龄组患儿则为 0.47 mg/kg(95%CI:0.45, 0.49),这表明苯磺酸瑞马唑仑在儿童全身麻醉诱导过程中存在明显的年龄差异,年龄较小的患儿所需要的剂量更高。本研究结果与国内外相关研究结论一

致^[5-7],Cai 等^[5]的研究显示,1~6 岁和 6~12 岁儿童单次静脉注射瑞马唑仑致意识消失的剂量分别为 0.45~0.60 mg/kg 和 0.35~0.45 mg/kg;Long 等^[6]在缓解儿童术前焦虑的研究中发现,1~3 岁和 3~6 岁儿童经滴鼻途径使用瑞马唑仑有效剂量分别为 1.45~1.59 mg/kg 和 0.99~1.11 mg/kg。在年龄小于 40 岁、40~80 岁以及大于 80 岁的成年人中,瑞马唑仑单次静脉注射导致意识消失的 ED₉₅ 分别是 0.25~0.33 mg/kg、0.19~0.25 mg/kg 和 0.14~0.19 mg/kg^[8]。本研究表明,儿童所需的剂量明显高于成人,约为成人剂量的两倍。儿童体内细胞外液

以及全身水分含量均高于成人,所以不可参照成人的用药剂量^[9]。瑞马唑仑属于新型超短效苯二氮草类镇静药物,通过激动 γ -氨基丁酸 A 型受体发挥镇静、催眠以及遗忘功效,能被氟马西尼快速拮抗。其依靠组织酯酶进行非肝依赖性代谢,代谢产物没有活性,在体内不易蓄积,在成人麻醉中已被证明具备起效快、苏醒快、血流动力学稳定等优势^[10-11]。儿童体内药代动力学特性随年龄增加显示明显变化,学龄前儿童体液占比多、分布容积大、酯酶代谢能力和清除速度更快,所以达到相同镇静深度所需的单位体重剂量明显高于学龄儿童和成人^[12]。

血流动力学平稳是小儿麻醉诱导的主要安全指标之一。本研究发现,两组患儿于麻醉诱导之后各个时间点的 SBP、DBP、MAP 及 HR 虽相较于麻醉诱导前有所降低,但都处于临床可接受范围,并且没有出现进行性下降或者剧烈波动,诱导后的 5 min 内整体趋向于平稳。苯磺酸瑞马唑仑对循环系统的影响相对较小,这主要和其特有的药理学特点以及神经调节机理有关:一方面,该药物通过适度扩张外周血管来降低外周阻力,对心肌收缩力的直接抑制效果较弱;另一方面其可维持交感神经和副交感神经活动的均衡,进一步防止剧烈的血管舒缩反应,使 HR 和血压保持稳定^[13-14]。麻醉诱导中若使用丙泊酚,容易引发外周血管扩张、心肌抑制、血压急剧下降以及 HR 波动等不良反应^[15-16]。相比之下,瑞马唑仑在儿童麻醉诱导中安全性更高,特别适合循环储备较差、术前禁食时间较长或伴有轻度脱水的患儿^[17-18]。虽然瑞马唑仑整体安全性相对较高,但在极个别情形下(例如患儿具有个体过敏体质),仍然可能引发严重过敏反应,出现循环衰竭或者严重低血压,需要临床予以密切监测^[19-20]。

药品相关并发症是小儿麻醉诱导的另一重要安全指标。在本研究中,两组患儿都未出现注射痛,这能明显降低患儿在围术期的躁动、哭闹以及心理应激状况,提高麻醉的舒适度与依从性,这和丙泊酚麻醉诱导时产生的注射痛形成鲜明反差^[21-22]。与此同时,本研究未观测到喉痉挛、支气管痉挛、恶心呕吐、低血压等不良反应,这表明在 ED₉₅ 剂量区间内,苯磺酸瑞马唑仑具备良好的安全性和稳定性。在丙泊酚进行诱导时,患者出现呼吸暂停的概率约 20%;若与阿片类药物一同使用,这种风险会成倍提高^[23]。在本研究中,所有患儿均未出现呼吸暂停现象,且未出现低氧血症,不过部分患儿仍存在不同程度的潮气量降低和呼吸频率减慢。这一情况表明,苯磺酸瑞马唑仑仍然存在轻微呼吸抑制效应,与 Liu 等^[20]、Ye 等^[24] 的

研究结果相一致。因此在临床工作期间,要加强监护,以防呼吸系统不良事件的出现。若出现不良事件,可使用氟马西尼,其作为瑞马唑仑的特异性拮抗剂,可快速逆转镇静效果^[25-26]。

本研究并未深入研究阿片类药物和苯磺酸瑞马唑仑之间的相互作用机制,这在某种程度上对其在临床情境中的实用性和适用性形成限制。在后续的研究工作中,我们会着重研究苯磺酸瑞马唑仑和其他药物之间的相互作用。

综上所述,苯磺酸瑞马唑仑可安全应用于 3~12 岁患儿的麻醉诱导,学龄前和学龄患儿推荐的诱导剂量分别为 0.58 mg/kg 和 0.47 mg/kg,镇静效果稳定、血流动力学平稳且安全性好。

参考文献:

- [1] Godambe S A, Elliot V, Matheny D, et al. Comparison of propofol/fentanyl versus ketamine/midazolam for brief orthopedic procedural sedation in a pediatric emergency department[J]. *Pediatrics*, 2003, 112(1 Pt 1): 116-123.
- [2] Singla B, Malde A D. A prospective observational study of injection pain in children with medium plus long chain triglyceride and long chain triglyceride propofol premixed with lignocaine[J]. *Indian J Anaesth*, 2018, 62(3): 214-218.
- [3] Altamimi M I, Sammons H, Choonara I. Inter-individual variation in midazolam clearance in children[J]. *Arch Dis Child*, 2015, 100(1): 95-100.
- [4] 李博文, 王浩然, 杨春, 等. 瑞马唑仑在特殊患者围术期应用的进展[J]. *中国临床研究*, 2024, 37(12): 1821-1825.
- [5] Cai Y H, Dong L Q, Zhong J W, et al. ED₅₀ and ED₉₅ of remimazolam for loss of consciousness in young children: a dose-finding study for induction of anaesthesia[J]. *Br J Anaesth*, 2025, 134(6): 1709-1716.
- [6] Long X, Wen L X, Yang H, et al. ED₉₅ of remimazolam in nasal administration for attenuating preoperative anxiety in children[J]. *Front Med*, 2023, 10: 1253738.
- [7] 陈垂凯, 梁明超, 张世涛, 等. 瑞马唑仑诱导学龄前儿童意识消失的半数有效量及临床应用观察[J]. *重庆医学*, 2025, 54(10): 2252-2257.
- [8] Chae D, Kim H C, Song Y, et al. Pharmacodynamic analysis of intravenous bolus remimazolam for loss of consciousness in patients undergoing general anaesthesia: a randomised, prospective, double-blind

- study[J]. *Br J Anaesth*, 2022, 129(1): 49-57.
- [9] Gao Y Q, Ihmsen H, Hu Z Y, et al. Pharmacokinetics of remimazolam after intravenous infusion in anaesthetised children[J]. *Br J Anaesth*, 2023, 131(5): 914-920.
- [10] Murrell D E, Harirforoosh S. Clinical pharmacokinetics, pharmacodynamics, and drug interactions of remimazolam [J]. *Eur J Drug Metab Pharmacokinet*, 2025, 50(6): 449-460.
- [11] Schüttler J, Eisenried A, Lerch M, et al. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of remimazolam (CNS 7056) after continuous infusion in healthy male volunteers: part I. pharmacokinetics and clinical pharmacodynamics [J]. *Anesthesiology*, 2020, 132(4): 636-651.
- [12] Colin P J, Bichajian L H, Curt V R, et al. Pharmacokinetics and pharmacodynamics of remimazolam for procedural sedation in children and adolescents[J]. *Anesthesiology*, 2025, 143(2): 368-382.
- [13] Liu T X, Lai T, Chen J, et al. Effect of remimazolam induction on hemodynamics in patients undergoing valve replacement surgery: a randomized, double-blind, controlled trial[J]. *Pharmacol Res Perspect*, 2021, 9(5): e00851.
- [14] Lu K J, Wei S S, Ling W W, et al. Remimazolam versus propofol for deep sedation/anaesthesia in upper gastrointestinal endoscopy in elderly patients: a multicenter, randomized controlled trial [J]. *J Clin Pharm Ther*, 2022, 47(12): 2230-2236.
- [15] Bermudez E A, Chen M H. Cardiac arrest associated with intravenous propofol during transesophageal echocardiography before DC cardioversion [J]. *Heart Dis*, 2002, 4(6): 355-357.
- [16] Doganay F, Ak R, Aliskan H, et al. The effects of intravenous lipid emulsion therapy in the prevention of depressive effects of propofol on cardiovascular and respiratory systems: an experimental animal study[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2018, 55(1): 1.
- [17] Qin J L, Gan W, Liu Q, et al. Emergence profiles of remimazolam-flumazenil versus propofol in pediatric general anesthesia for strabismus correction: a randomized clinical trial[J]. *BMC Anesthesiol*, 2025, 25(1): 218.
- [18] Liu R Q, Wang Z Y, Meng Y Y, et al. Effectiveness analysis of sevoflurane combined with propofol or remimazolam anesthesia in pediatric laparoscopic inguinal hernia repair and its impact on hemodynamics and postoperative pain[J]. *J Invest Surg*, 2025, 38(1): 2500438.
- [19] Kim K M, Lee H, Bang J Y, et al. Anaphylaxis following remimazolam administration during induction of anaesthesia[J]. *Br J Anaesth*, 2022, 129(5): e122-e124.
- [20] Liu H T, Li Z Y, Yan S, et al. Adverse event signal analysis of remimazolam using the FDA adverse event reporting system database[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2025, 69(3): e14588.
- [21] Guan X H, Jiao Z Y, Gong X F, et al. Efficacy of pre-treatment with remimazolam on prevention of propofol-induced injection pain in patients undergoing abortion or curettage: a prospective, double-blinded, randomized and placebo-controlled clinical trial[J]. *Drug Des Devel Ther*, 2021, 15: 4551-4558.
- [22] Yuan R M, Wen J, Xing Q F, et al. Efficacy of pretreatment with remimazolam on prevention of propofol-induced injection pain in patients undergoing gastroscopy[J]. *Sci Rep*, 2023, 13: 19683.
- [23] Barbosa E C, Espírito Santo P A, Baraldo S, et al. Remimazolam versus propofol for sedation in gastrointestinal endoscopic procedures: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2024, 132(6): 1219-1229.
- [24] Ye G, Ding L Q, Zhou Q B. Remimazolam's clinical application and safety: a signal detection analysis based on FAERS data and literature support[J]. *PLoS One*, 2025, 20(8): e0330769.
- [25] Sato T, Mimuro S, Kurita T, et al. Recall of extubation after remimazolam anesthesia with flumazenil antagonism during emergence: a retrospective clinical study[J]. *J Anesth*, 2022, 36(6): 688-692.
- [26] Yamamoto T, Kurabe M, Kamiya Y. Re-sleeping after reversal of remimazolam by flumazenil[J]. *J Anesth*, 2021, 35(2): 322.

[收稿日期 2026-05-06]