

右美托咪定用于脊柱手术术中唤醒试验:一项基于随机、安慰剂对照试验的 Meta 分析

张健¹ 涂青² 钱江³ 郑传东⁴ 甘建辉⁵

¹四川省妇幼保健院,成都医学院附属妇女儿童医院麻醉手术中心 610045;²上海交通大学附属第一人民医院麻醉科 201600;³浙江医院麻醉科,杭州 310030;⁴成都市第三人民医院麻醉科 610031;⁵唐山市人民医院麻醉科 063000

通信作者:甘建辉,Email: gjh71@163.com

【摘要】目的 通过 Meta 分析方法探讨右美托咪定对脊柱手术术中唤醒的安全性及有效性。**方法** 检索 PubMed、EMbase、Web of Science、中国生物医学文献数据库(CBM)和中国期刊全文数据库(CNKI)等自建库以来发表的关于右美托咪定对脊柱手术术中唤醒效果影响的随机、安慰剂对照临床试验。采用 RevMan 5.3 软件对纳入研究进行 Meta 分析。**结果** 共纳入文献 14 篇,共计 696 例患者,其中右美托咪定组 348 例,对照组 348 例。Meta 分析结果显示,两组术中唤醒时间差异无统计学意义 [均数差 (mean deviation, MD)=0.18, 95%CI: -0.27~0.36, P=0.44], 但右美托咪定组唤醒质量明显更优 [相对危险度 (relative risk, RR)=2.02, 95%CI: 1.58~2.68, P<0.001; RR=1.69, 95%CI: 1.30~2.21, P<0.001], 且 MAP 及心率在唤醒期时也低于对照组 (MD=-13.39, 95%CI: -18.20~8.58, P<0.01; MD=-14.53, 95%CI: -17.44~11.61, P<0.01)。**结论** 右美托咪定不延长脊柱手术术中唤醒时间,有利于提高术中唤醒质量,维持唤醒期间血流动力学稳定。但由于各种偏倚的存在,本结果尚需更多的高质量研究来证实。

【关键词】 右美托咪定; 脊柱手术; 唤醒; Meta 分析

基金项目: 四川省卫计委科研课题普及应用项目(18PJ181);成都市卫计委研究课题(2018002);浙江省医药卫生科研面上项目(2018KY001)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2019.10.011

Effectiveness of dexmedetomidine for intraoperative wake-up test during spinal surgery: a meta-analysis of randomized placebo-controlled clinical trials

Zhang Jian¹, Tu Qing², Qian Jiang³, Zheng Chuandong⁴, Gan Jianhui⁵

¹Center of Anaesthesia Surgery, Sichuan Provincial Hospital for Women and Children, Affiliated Women and Children's Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu 610045, China; ²Department of Anesthesiology, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 201600, China; ³Department of Anesthesiology, Zhejiang Hospital, Hangzhou 310030, China; ⁴Department of Anesthesiology, the Third People's Hospital of Chengdu 610031, China; ⁵Department of Anesthesiology, Tangshan People's Hospital, Tangshan 063000, China

Corresponding author: Gan Jianhui, Email: gjh71@163.com

【Abstract】 Objective To explore the safety and effectiveness of dexmedetomidine in intraoperative wake-up during spinal surgery. **Methods** We searched PubMed, EMbase, Web of Science, Chinese biomedical database (CBM) and China national knowledge infrastructure (CNKI) for clinical randomized controlled trials about the effects of dexmedetomidine on intraoperative wake-up during spinal surgery. RevMan 5.3 software was used for Meta analysis of the included studies. **Results** Fourteen randomized controlled trials involving 696 patients were included in the Meta-analysis study. The patients were divided into two groups: a dexmedetomidine group (n=348) and a control group (n=348). Results showed that no significant difference in wake-up time was found between two groups [mean deviation (MD)=0.18, 95% CI: -0.27~0.36, P=0.44]. However, compared with the control group, the dexmedetomidine group presented substantially improvement in wake-up quality [relative risk (RR)=2.02, 95%CI: 1.58~2.68, P<0.001. RR=1.69, 95%CI: 1.30~2.21, P<0.001], and lower MAP and HR levels at wake-up time (MD=-13.39, 95%CI: -18.20~8.58, P<0.01. MD=-14.53, 95%CI: -17.44~11.61, P<0.01). **Conclusions** Dexmedetomidine can not prolong wake-up time and may contribute to improvement in wake-up quality and maintain hemodynamic stability during wake-up period in spinal surgery. However, due to the existence of various biases, more high quality studies are needed to confirm the results.

【Key words】 Dexmedetomidine; Spinal surgery; Wake-up; Meta-analysis

Fund program: Popularization and Application of Scientific Research Projects of Health Commission of Sichuan Province (18PJ181); Scientific Research Project of Chengdu Municipal Health Commission (2018002); Zhejiang Medical and Health Research Project (2018KY001)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2019.10.011

在脊柱外科手术如脊柱融合术、外伤或先天性脊柱侧凸行矫形术时,脊髓受损的风险可达 0.5%~5.0%^[1],因此,术中脊髓功能监测尤为重要。术中唤醒试验是一种早期监测脊髓损伤可能的重要方法,它在脊柱手术中被称为判断脊髓损伤的“金标准”,可用于预防和及早发现脊髓损伤^[2]。但是唤醒试验也存在一定风险,如术中患者躁动导致内固定装置折断或移位、疼痛、术中知晓、气管插管导管脱落等可能造成严重后果。唤醒过程中的关键就在于让患者在短时间内配合指令完成唤醒试验,从而达到更好地进行脊髓功能损伤监测的目的。右美托咪定为高选择性 α_2 肾上腺受体激动剂,具有镇静、镇痛、抗焦虑等作用,是广泛应用于全身麻醉的辅助用药。相关研究表明,脊柱矫形手术术中输注右美托咪定可能有助于提高术中唤醒质量,利于维持唤醒期间血流动力学稳定等优点^[3-7]。但输注右美托咪定可能延长唤醒时间。本研究通过 Meta 分析来综合评价右美托咪定对脊柱手术术中唤醒的安全性及有效性,为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略

本 Meta 分析严格按照 PRISMA 声明和 Cochrane 协作组推荐的格式撰写^[8-9],已在 PROSPERO 网站上注册,注册号:CRD42018093915。检索 PubMed、EMbase、Web of Science、中国生物医学文献数据库(CBM)和中国期刊全文数据库(CNKI)等数据库。收集关于右美托咪定用于需要唤醒的脊柱相关手术(包括脊柱融合术、脊柱畸形矫正术等)的临床随机对照试验(randomized controlled trial, RCT),对相关数据库自建库以来的文献进行检索。检索中文关键词包括“右美托咪定”“唤醒试验”“脊柱手术”“脊柱矫形术”“脊柱融合术”“脊柱侧弯”“脊柱畸形”,英文关键词包括“dexmedetomidine”“wake-up test”“spine surgery”“spinal correction surgery”“scoliosis surgery”

“spinal fusion”“spinal deformity”“rachiterata”。

1.2 文献纳入及排除标准

纳入标准:①研究类型,分组设计为 RCT;②研究对象为脊柱相关手术患者,性别、年龄不限,排除中枢神经系统功能障碍、心动过缓或心脏传导阻滞、肝肾功能不全及未控制的高血压、高血糖等高危患者;③干预措施为实验组术中采用右美托咪定镇静,对照组则采用生理盐水;④唤醒安全性及有效性评价指标为唤醒质量、唤醒时间、唤醒时 MAP 及心率、唤醒后 MAP 及心率。排除标准:①重复发表、提供数据无效的文献;②非原始研究;③综述、评论及信件等不能提取数据的文献。

1.3 文献质量评估

按照 Cochrane 系统评价的质量评价标准对纳入研究的方法学进行质量评价。由 2 名研究人员对检索文献进行独立审查,内容包括文章标题、摘要,必要时阅读全文,严格按照纳入及排除标准筛选合格文献。若存在分歧,讨论不能裁决时,则由第三者裁定。纳入研究的方法学质量评价按 Cochrane 手册偏倚风险评估。

1.4 偏倚风险评估

纳入研究的偏倚评估参考 Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (Version 5.0.1) 的标准:①随机序列生成方法是否正确;②是否实行分配隐藏;③参与研究人员是否采用盲法;④结果评估是否采用盲法;⑤观察数据是否完整,是否存在失访或退出;如有失访或退出时,是否采用意向治疗分析;⑥其他偏倚。由于绝大多数纳入的 RCT 均未进行临床注册,因此在偏倚风险评估时无法进行选择报道的评估。研究偏倚评估仍由两名评价员独立进行,如遇分歧讨论或由第三位评价员裁决。

1.5 统计学分析

采用 RevMan 5.3 软件进行统计分析,计量资料以均数差(mean deviation, MD)及其 95%CI 表示,计数资料以相对危险度(relative risk, RR)及其 95%CI

表示。采用 Q 检验进行统计学异质性分析,若 $P \geq 0.1$ 且 $I^2 < 50\%$, 说明研究间统计学异质性低,若 $P < 0.1$ 或 $I^2 > 50\%$, 说明研究间存在统计学异质性,需要进一步分析异质性来源,考虑到临床异质性存在,所有结局均采用随机效应模型进行 Meta 分析,以增加分析结果的可靠性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果

初步筛选文献 356 篇,共纳入文献 14 篇^[3-7,10-18](表 1,图 1)。14 项研究均描述了随机序列生成的方法,绝大多数纳入文献未介绍具体的分配隐藏方法,大多数的纳入文献采用了正确的盲法原则,观察数据的完整性及其他偏倚均来自绝大多数偏倚低风险及风险未知的研究(图 2)。

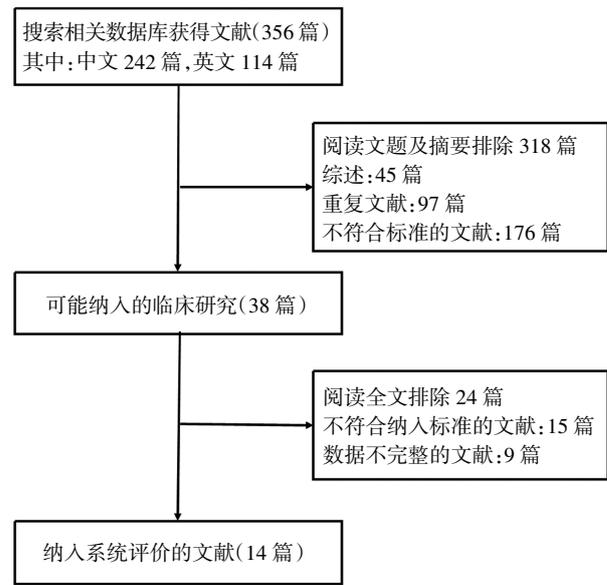


图 1 文献筛选流程图

表 1 纳入研究基本特征

纳入研究	发表时间	患者年龄(岁)	右美托咪定组/对照组例数(例)	干预措施(右美托咪定)
刘卫峰等 ^[3]	2013	12~28	25/25	负荷剂量:1.0 μg/kg
安慧霞等 ^[4]	2013	8~25	20/20	维持剂量:0.2 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
刘晓成等 ^[5]	2015	13~28	21/21	负荷剂量:1.0 μg/kg,维持剂量:0.3 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
涂兵权 ^[6]	2016	19~81	57/57	负荷剂量:0.5 μg/kg,维持剂量:0.2 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
胡丽君等 ^[7]	2013	12~20	20/20	负荷剂量:0.8 μg/kg,维持剂量:0.3 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
孙燕等 ^[10]	2015	16~40	20/20	负荷剂量:1.0 μg/kg,维持剂量:0.5 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
刘树春等 ^[11]	2016	13~31	13/13	负荷剂量:0.5 μg/kg,维持剂量:0.2 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
田国平等 ^[12]	2014	11~26	18/18	负荷剂量:1.0 μg/kg,维持剂量:0.2 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
张承华等 ^[13]	2012	13~18	30/30	维持剂量:0.2 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
李勇等 ^[14]	2011	18~20	20/20	负荷剂量:0.8 μg/kg,维持剂量:0.2 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
蒋明等 ^[15]	2014	19~56	14/14	负荷剂量:0.5 μg/kg,维持剂量:0.2 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
李晓军和何林 ^[16]	2013	13~25	40/40	负荷剂量:0.8 μg/kg,维持剂量:0.5 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
全立新等 ^[17]	2016	5~16	30/30	维持剂量:0.4 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹
Chen 等 ^[18]	2018	18~60	20/20	负荷剂量:0.5 μg/kg,维持 0.2 μg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹

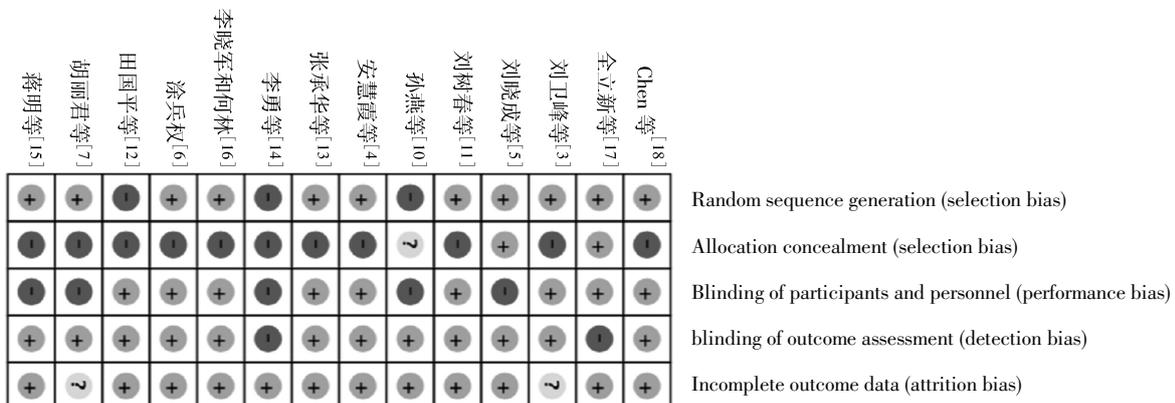


图 2 纳入研究风险偏倚评估

2.2 唤醒时间

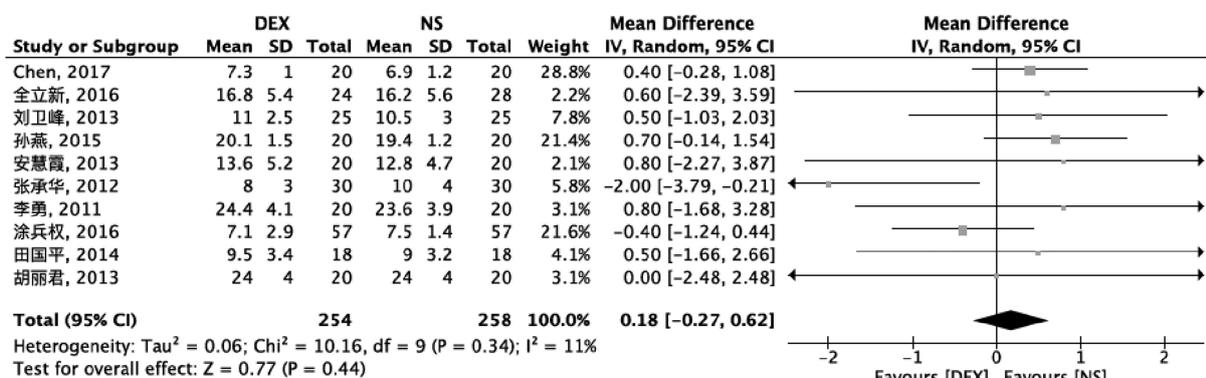
10 项研究报道了术中唤醒时间(唤醒试验开始至患者被唤醒)。Meta 分析后显示各研究间未发现异质性($P=0.34, I^2=11%$),采用随机效应模型分析显示,右美托咪定组与对照组间术中唤醒时间比较,差异无统计学意义(MD=0.18, 95%CI: -0.27~0.62, $P=0.44$,图 3)。

2.3 唤醒质量

8 项研究对术中患者唤醒质量进行评分,其中有 5 项研究采用优、一般、差评标准(优:患者听到呼唤苏醒,安静,并按指令活动下肢。一般:患者突然清醒,不自主活动四肢,不危及内固定。差:患

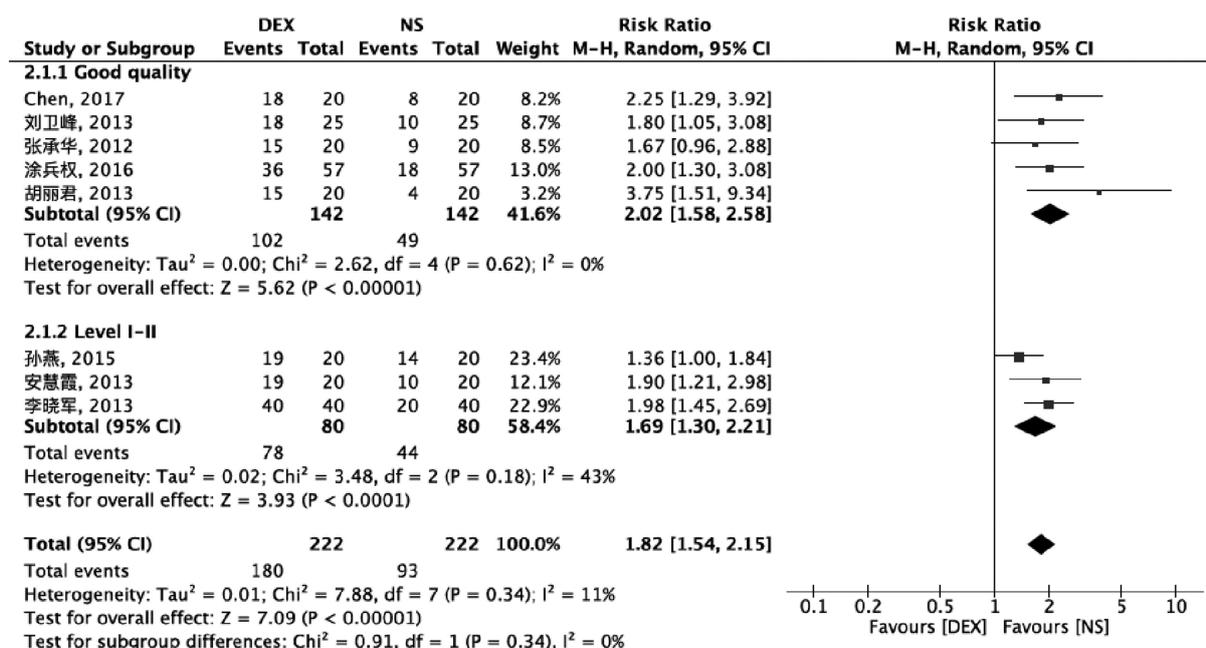
者突然清醒,躯干剧烈运动,需按压才能不危及内固定)。对上述 5 项研究以唤醒质量为“优”为主要事件进行 Meta 分析,结果显示,各研究之间无异质性($P=0.62, I^2=0$),采用随机效应模型分析,发现与对照组比较,右美托咪定组唤醒质量要明显更优(RR=2.02, 95%CI: 1.58~2.58, $P<0.001$,图 4)。

3 项研究采用 I、II、III、IV 级为唤醒质量评价标准(I 级:患者听到呼唤后睁眼苏醒,能按照指令动作做出相应的反应。II 级:患者听到呼唤后能勉强睁眼,能按照指令勉强做出反应。III 级:患者听到呼唤后突然睁眼,能依照指令作出相应的动作并伴有肢体躁动。IV 级:患者听到呼唤后,突然睁眼且伴



注: Dex:右美托咪定;NS:生理盐水

图 3 右美托咪定对术中唤醒时间的影响



注: Dex:右美托咪定;NS:生理盐水

图 4 右美托咪定对术中唤醒质量的影响

有明显的躁动,并危及到内固定的稳定)。按照苏醒质量评分“Ⅰ~Ⅱ级”为主要事件进行 Meta 分析。结果显示,各研究间未发现明显异质性 ($P=0.18, I^2=43\%$),采用随机效应模型分析,与对照组比较,右美托咪定组唤醒质量依旧更好 ($RR=1.69, 95\%CI: 1.30\sim 2.21, P<0.001$,图 4)。

2.4 唤醒期间血流动力学变化

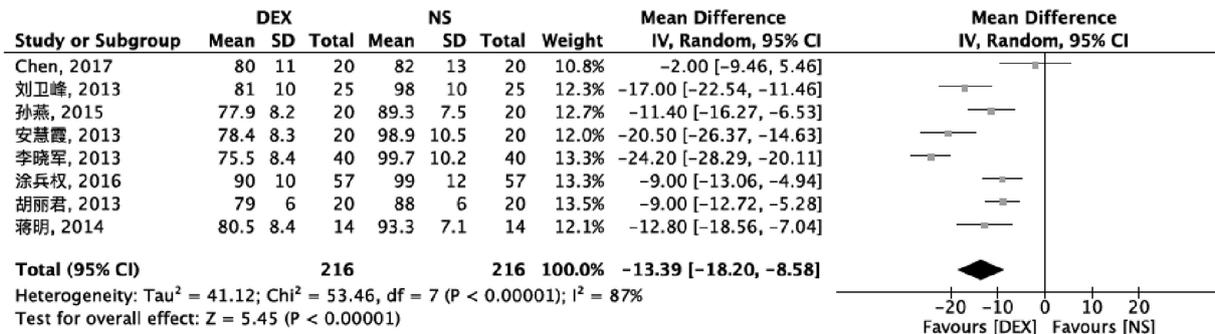
8 项研究报道了唤醒时 MAP 水平,各研究间存在异质性 ($P<0.01, I^2=87\%$),采用随机效应模型分析,结果显示右美托咪定组唤醒时 MAP 水平要明显低于对照组 ($MD=-13.39, 95\%CI: -18.20\sim -8.58, P<0.001$,图 5)。

9 项研究报道了唤醒时心率水平,各研究间存在异质性 ($P=0.007, I^2=62\%$),采用随机效应模型,结果显示,右美托咪定组唤醒时心率水平也明显低于对照组 ($MD=-14.53, 95\%CI: -17.44\sim -11.61, P<0.001$,图 6)。

3 讨论

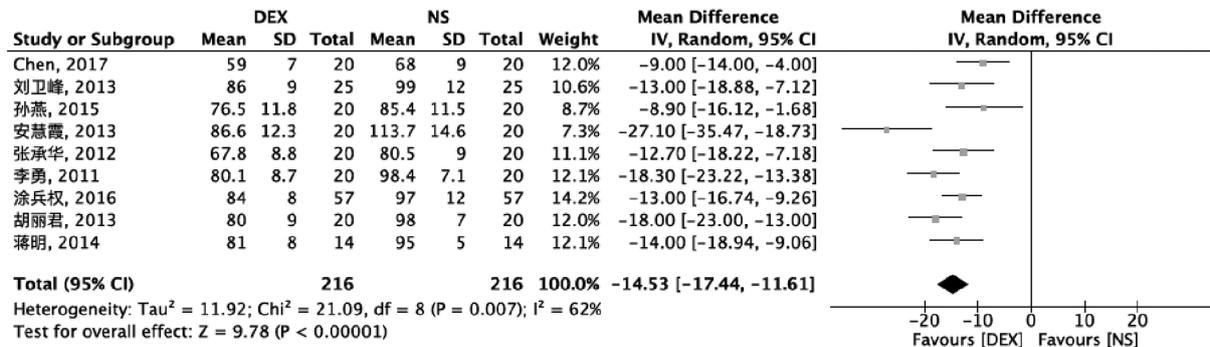
脊髓相关损伤是脊柱手术中最严重的并发症,

在脊柱修复、矫形等手术过程中,由于脊髓受压迫、牵拉,脊髓缺血或术中严重低血压等均可导致脊髓损伤,引起严重并发症^[19-21],影响患者预后及术后生活质量。因此,在脊柱手术中有必要对脊髓相关并发症进行早期监测和预防。Noonan 等^[22]认为,所有脊柱相关手术中应该推荐使用唤醒试验来监测脊髓功能。术中唤醒试验是指,在考虑脊髓损伤可能时,停用麻醉相关药物,至麻醉深度减浅到患者能对言语命令作出相关反应,并按指令活动下肢,当完成唤醒试验后,再通过增加麻醉药物保证手术完成。因此,术中唤醒试验能够在脊柱进行固定或在考虑脊髓受压迫时,第一时间对患者进行唤醒,以此来监测下肢自主运动功能,对脊髓损伤进行早期诊断及评估。唤醒试验的关键在于术中如何对患者进行迅速唤醒,及时预防发现脊髓损伤。同时,唤醒期间应防止因患者躁动破坏内固定稳定性和脊髓损伤的情况发生,以保证麻醉期间患者安全,因此在需要快速唤醒的同时还需要保证良好的唤醒质量。唤醒质量与麻醉及手术相关并发症的发生直接相关,高质量的唤醒过程取决于麻醉医师对所使



注:Dex:右美托咪定;NS:生理盐水

图 5 右美托咪定对唤醒时 MAP 水平的影响



注:Dex:右美托咪定;NS:生理盐水

图 6 右美托咪定对唤醒时心率水平的影响

用的各种麻醉药物的理解和认识,能够使患者在短时间内从全身麻醉状态中苏醒,并使患者保持安静,能够舒适地配合医师指令完成试验^[23]。

右美托咪定作为一种新型 α_2 肾上腺受体激动剂,具有镇静、镇痛、抗焦虑作用,对呼吸抑制作用极小^[24]。右美托咪定与中枢神经系统内蓝斑核 α_{2A} 受体特异性结合,可参与大脑对觉醒功能的调控,产生一种类似于正常睡眠,但易被外界刺激唤醒的睡眠状态,当刺激消除,患者又可进入正常睡眠状态^[25]。本研究结果表明,与对照组比较,右美托咪定组唤醒时间并未延长。此外,右美托咪定有利于降低围手术期应激反应,改善麻醉苏醒质量,减少苏醒时不良反应发生^[26-27]。结果显示,右美托咪定组唤醒质量要明显优于对照组。说明右美托咪定用于脊柱手术中有利于增加唤醒质量,提高唤醒期间安全性及有效性。

围手术期手术及麻醉相关操作,可导致患者出现强烈应激反应,引起体内儿茶酚胺类物质大量释放,血流动力学易波动,右美托咪定可作用于孤束核突触后 α_2 肾上腺素能受体,抑制突触后去甲肾上腺素的释放,产生抗交感效应,抑制围手术期应激反应所致大量儿茶酚胺释放效应,同时由于术中应激持续存在,因此右美托咪定在一定程度上抵消了术中低血压及心动过缓发生的可能性,发挥更好地维持血流动力学稳定的作用^[27-28]。此外,右美托咪定能够在脊髓及脊髓以上水平发挥镇痛作用,抑制伤害性疼痛介质释放,增强术中镇痛效果,减少阿片类药物用量^[29-30],有利于减少唤醒期间疼痛刺激,维持唤醒期间血流动力学稳定。本研究结果表明,右美托咪定组唤醒时 MAP、心率及唤醒后 MAP、心率均要低于对照组,提示右美托咪定有利于维持唤醒期间血流动力学稳定。

虽然此次 Meta 分析显示出右美托咪定用于术中唤醒存在明显优势,但是本研究也存在一定局限性:① 大部分研究来源于 Jadad 评分较低文献,一定程度上降低研究结果可信度。② 各纳入文献之间存在异质性,可能与各研究之间用药剂量、手术类型差异等有关。③ 大部分的研究未报道分配隐藏,可能增加选择性偏倚,夸大干预措施对结果的影响,增加各研究间异质性。④ 此外,大多数的研究也未报道盲法具体实施,增加研究人员对实验

结果的差异性评估,进一步增加各研究间异质性。⑤ 纳入研究的文献均来自于中文文献,大部分研究的样本量较小,可能存在发表偏倚及测量偏倚。⑥ 所有纳入文献中,仅有 1 篇文献报道了唤醒期间不良事件的发生情况^[7],故右美托咪定是否有利于减少唤醒期间不良反应,依旧需要更多的临床研究来证实。基于上述结果和局限性,一项设计更加完善、偏倚更少,并严格遵循 consort 格式清单的临床研究亟待出现,以提高上述结果的证据级别。

综上所述,脊柱手术术中应用右美托咪定有助于提高唤醒质量,维持唤醒期间血流动力学稳定,可能并不延长唤醒时间,但是由于各种偏倚存在,本研究的结果尚需要样本量更大的高质量 RCT 来证实。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] MacEwen GD, Bunnell WP, Sriram K. Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. A report of the Scoliosis Research Society [J]. J Bone Joint Surg Am, 1975, 57(3): 404-408.
- [2] Ashkenaze D, Mudiyan R, Boachie-Adjei O, et al. Efficacy of spinal cord monitoring in neuromuscular scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1993, 18 (12): 1627-1633. DOI:10.1097/00007632-199309000-00010.
- [3] 刘卫锋, 窦云凌, 李梅娜, 等. 单次剂量右美托咪定对脊柱侧凸矫形术中唤醒试验的影响 [J]. 实用医学杂志, 2013, 29(15): 2433-2435. DOI:10.3969/j.issn.1006-5725.2013.15.007.
- [4] 安慧霞, 董铁立, 李学婷, 等. 右美托咪定对脊柱侧弯矫形术中唤醒试验的影响 [J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2013, 27(3): 280-281.
- [5] 刘晓成, 廖晓琴, 黄桂明. 右美托咪定联合瑞芬太尼对脊柱侧弯矫正术中唤醒的价值探析[J]. 当代医学, 2015, 21(19): 127-128. DOI:10.3969/j.issn.1009-4393.2015.19.086.
- [6] 涂兵权. 右美托咪定对微创腰椎手术麻醉中的血流动力学影响和唤醒试验的观察[J]. 浙江创伤外科, 2016, 21(1): 190-192. DOI:10.3969/j.issn.1009-7147.2016.01.084.
- [7] 胡丽君, 李勇, 顾小萍, 等. 右旋美托咪定对脊柱侧弯矫形患者术中唤醒的影响 [J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2013, 34(4): 304-307. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2013.04.005.
- [8] Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration[J/OL]. BMJ, 2009, 339: b2700. DOI:10.1136/bmj.b2700.
- [9] Higgins JPT, Green S. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 5.1.0 [M]. <http://handbook.cochrane.org>.

- 2011; 239-270.
- [10] 孙燕, 谢先丰, 蒋蓉娟. 右美托咪定对脊柱矫形术患者麻醉唤醒质量的影响 [J]. 皖南医学院学报, 2015, 34 (5): 493-496. DOI:10.3969/j.issn.1002-0217.2015.05.026.
- [11] 刘树春, 赵倩, 汪鑫, 等. 右美托咪定用于脊柱侧弯矫形术中唤醒临床观察 [J]. 贵阳医学院学报, 2016, 41 (4): 487-490. DOI:10.19367/j.cnki.1000-2707.2016.04.034.
- [12] 田国平, 崔剑, 甯文琳, 等. 右美托咪定对丙泊酚-瑞芬太尼麻醉下脊柱侧弯矫形术中唤醒效果的影响 [J]. 重庆医学, 2014(6): 674-675. DOI:10.3969/j.issn.1671-8348.2014.06.013.
- [13] 张承华, 麻伟青, 杨云丽, 等. 右美托咪定对脊柱侧弯矫形术患者术中唤醒试验的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 2012, 32(10): 1173-1175. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1416.2012.10.003.
- [14] 李勇, 胡丽君, 马正良. 右美托咪定对脊柱侧弯矫形术患者全麻诱导和术中唤醒时血流动力学的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2011, 27(12): 1185-1187. DOI:CNKI:SUN:LCMZ.0.2011-12-022.
- [15] 蒋明, 董媛媛, 马正良, 等. 右美托咪定对强直性脊柱炎后路矫形术中唤醒试验的影响[J]. 江苏医药, 2014, 40(22): 2712-2714. DOI:10.19460/j.cnki.0253-3685.2014.22.015.
- [16] 李晓军, 何林. 右美托咪定对脊柱矫形术中唤醒试验效果的影响研究[J]. 中国循证医学杂志, 2013, 13(6): 692-695. DOI: 10.7507/1672-2531.20130123.
- [17] 全立新, 安慧霞, 王东信. 右美托咪定复合七氟醚对儿童脊柱侧弯矫形术唤醒试验的影响[J]. 北京大学学报(医学版), 2016, 48(5): 855-859. DOI:10.3969/j.issn.1671-167X.2016.05.020.
- [18] Chen Z, Dai N, Lin S, et al. Impact of dexmedetomidine on intraoperative wake-up tests in patients undergoing spinal surgery [J]. J Perianesth Nurs, 2018, 33 (4): 448-452. DOI:10.1016/j.jopan.2016.07.009.
- [19] Wilson-Holden TJ, Padberg AM, Lenke LG, et al. Efficacy of intraoperative monitoring for pediatric patients with spinal cord pathology undergoing spinal deformity surgery [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1999, 24 (16): 1685-1692. DOI:10.1097/00007632-199908150-00010.
- [20] Nuwer MR, Dawson EG, Carlson LG, et al. Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficits after scoliosis surgery: results of a large multicenter survey[J]. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1995, 96(1): 6-11. DOI:10.1016/0013-4694(94)00235-d.
- [21] Wilber RG, Thompson GH, Shaffer JW, et al. Postoperative neurological deficits in segmental spinal instrumentation. A study using spinal cord monitoring [J]. J Bone Joint Surg Am, 1984, 66(8): 1178-1187.
- [22] Noonan KJ, Walker T, Feinberg JR, et al. Factors related to false- versus true-positive neuromonitoring changes in adolescent idiopathic scoliosis surgery[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27 (8): 825-830. DOI:10.1097/00007632-200204150-00009.
- [23] Badve SA, Ordway NR, Albanese SA, et al. Toward a better understanding of direct vertebral rotation for AIS surgery: development of a multisegmental biomechanical model and factors affecting correction[J]. Spine J, 2015, 15(5): 1034-1040. DOI:10.1016/j.spinee.2014.12.002.
- [24] Mo Y, Zimmermann AE. Role of dexmedetomidine for the prevention and treatment of delirium in intensive care unit patients [J]. Ann Pharmacother, 2013, 47(6): 869-876. DOI:10.1345/aph.1AR708.
- [25] 侯伯轩, 孙家潭. 右美托咪定的作用机制及其在门诊麻醉中的应用[J]. 华西医学, 2015, 30(1): 179-182. DOI:10.7507/1002-0179.20150054.
- [26] 汤翠翠, 崔香, 马玲, 等. 不同剂量右美托咪定对鼻窦手术患者应激反应和苏醒质量的影响 [J]. 广东医学, 2017, 38(2): 296-299. DOI:10.3969/j.issn.1001-9448.2017.02.038.
- [27] 王卓强, 魏昌伟, 马超. 右美托咪定对重症肌无力患者围术期血流动力学及苏醒质量的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2015, 31 (6): 543-545.
- [28] Colin PJ, Hannivoort LN, Eleveld DJ, et al. Dexmedetomidine pharmacodynamics in healthy volunteers: 2. Haemodynamic profile [J]. Br J Anaesth, 2017, 119 (2): 211-220. DOI:10.1093/bja/aex086.
- [29] Nie Y, Liu Y, Luo Q, et al. Effect of dexmedetomidine combined with sufentanil for postcesarean section intravenous analgesia: a randomized, placebo-controlled study [J]. Eur J Anaesthesiol, 2014, 31(4): 197-203. DOI:10.1097/EJA.000000000000011.
- [30] Gao Y, Deng X, Yuan H, et al. Patient-controlled intravenous analgesia with combination of dexmedetomidine and sufentanil on patients after abdominal operation: a prospective, random-ized, controlled, blinded, multicenter clinical study [J]. Clin J Pain, 2018, 34 (2): 155-161. DOI:10.1097/AJP.0000000000000527.

(本文编辑:张丽)