

麻醉管理对术后睡眠障碍的影响研究进展

隆巧玉¹,葛亚丽²

(1. 湖南中医药大学第一附属医院 麻醉科,湖南 长沙 410021; 2. 扬州大学临床医学院 苏北人民医院 麻醉科,江苏 扬州 225000)

[摘要] 术后睡眠障碍(postoperative sleep disturbances, PSD)是术后常见并发症之一,对呼吸、循环及神经系统均有影响,可延长患者住院时间,严重影响术后康复。麻醉管理与 PSD 的发生及严重程度有密切的关联。本文基于国内外临床及基础研究现状,针对手术类型、麻醉方式和药物及术后镇痛等三方面对 PSD 的影响归纳总结,为改善特殊人群围术期睡眠质量提供依据。

[关键词] 术后睡眠障碍;麻醉;术后疼痛

[中图分类号] R614 **[文献标志码]** A **文章编号:**1671-7295(2022)03-0244-05

Effect of anesthesia management on postoperative sleep disturbances and its research progress

LONG Qiaoyu¹, GE Yali²

(1. Department of Anesthesiology, the First Hospital of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410021, China; 2. Department of Anesthesiology, Affiliated Clinical Medical College of Yangzhou University, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou 225000, China)

[Abstract] Postoperative sleep disturbances (PSD) is one of the common complications, which has an impact on respiration, circulation and nervous systems. It can prolong the hospital stay and seriously affect the postoperative recovery. Anesthesia management is closely related to the occurrence and severity of postoperative sleep disturbance. Based on the current status of domestic and international clinical and basic research, this article summarizes the effects of operation type, anesthesia method and anesthetics on PSD, and provides a basis for improving the perioperative sleep quality of special populations.

[Keywords] postoperative sleep disturbances; anesthesia; postoperative pain

术后睡眠障碍(postoperative sleep disturbances, PSD)为术后常见症状之一,多导睡眠检测仪(PSG)示睡眠时间缩短、快慢波睡眠比例改变,临床常表现术后几天或几个月的睡眠不足、易醒、早醒等。PSD易导致认知功能下降^[1];增加疼痛敏感性、术后疲劳综合征及心血管意外事件的发生^[2-3],同时氧化应激水平增加,在术后恢复中产生不利影响。PSD的发生及严重程度与围术期麻醉管理密切相关。本文基于国内外临床及基础研究现状,针对麻醉方式及药物对 PSD 的影响归纳总结,为改善

特殊人群围术期睡眠质量提供依据。

1 PSD

有研究表明,患者术后第1晚睡眠典型表现为:总时长缩短,觉醒增多,慢波睡眠缩短,睡眠质量严重下降^[4]。术后晚期快速动眼期(rapid eye movement, REM)睡眠反弹,可诱发睡眠呼吸相关性并发症,同时REM可兴奋交感系统,最终导致心血管意外事件发生率增加。围术期睡眠障碍可增加中枢神经相关并发症的风险。与正常人相比,术后谵妄在

基金项目:江苏省青年医学重点人才项目(QNRC2016337)

第一作者简介:隆巧玉(1995-),女,硕士研究生。E-mail:429026528@qq.com

通信作者:葛亚丽,副教授。E-mail:happygezi81@163.com

术前睡眠障碍者中高达 3 倍以上;而住院期间睡眠障碍患者术后谵妄的发生率同样高出 1 倍以上^[5]。

年龄、声光等嘈杂环境、创伤应激、麻醉、疼痛均对 PSD 造成不同程度的影响。随着年龄的增长,调节睡眠-觉醒的蓝斑系统功能减退,导致老年人更易出现睡眠问题。临床上,老年人的睡眠以总时长减少、早醒、易醒为主要特征。同时,老年人不能较好地适应住院期间嘈杂的外界环境及夜间护理,入睡更加困难,睡眠问题更加严重。老年人是 PSD 的高危人群。

2 手术及麻醉方式对术后睡眠的影响

2.1 手术类型

不同创伤程度的手术 PSD 发生情况有所差异。全麻开腹手术 PSD 的发生率远大于腹腔镜手术^[6]。全膝关节置换术后第 1~3 晚约有 24%~75% 的患者可出现 PSD^[7]。妇科手术患者术后第 1 天睡眠障碍的发生率高达 91%,并持续至术后 7 天^[8]。食管癌手术患者术后第 1 天 PSD 的发生率高达 70%,且 40% 的患者可持续至术后 7 天^[9]。行上消化道内镜检查患者术后 1 周内的睡眠质量下降^[10],而肺癌手术患者术后 12 个月内仍存在睡眠障碍^[11]。手术所致的 PSD 主要与创伤应激反应相关,手术创伤可产生大量的自由基及炎性介质,如 IL-6,直接作用于中枢神经系统,改变睡眠正常结构。另外,由于手术创伤,围术期褪黑素分泌减少,致睡眠节律紊乱。

2.2 麻醉方式

不同麻醉方式,PSD 发生及严重程度有所差异。Kjølhed P 等^[12]比较了不同麻醉方式对行经腹全子宫切除术患者术后睡眠的影响,将患者随机分为全身麻醉组和椎管内麻醉组,结果显示与全身麻醉组相比,椎管内麻醉术后第一晚睡眠质量较好,并缩短了住院时间。相较于全麻,椎管内麻醉对 PSD 的影响较小。有研究表明,与椎管内麻醉相比,术前超声引导下连续髂筋膜间隙阻滞联合椎管内麻醉可改善老年髌部骨折患者围术期睡眠质量,并降低术后谵妄发生率及缩短谵妄持续时间^[13]。

尽管椎管内麻醉 PSD 发生率低于全身麻醉,但不同复合类型的全麻对 PSD 的发生也存在差异。与吸入麻醉相比,全凭静脉麻醉能改善术后睡眠^[8]。同一类麻醉,术中泵注不同剂量也可对 PSD 产生不同的影响。Duan 等^[14]研究表明,与中剂量 $[(0.4 \sim 0.6) \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})]$ 及大剂量 $[(0.6 \sim 0.8) \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})]$ 相比,术中泵注小剂量 $[(0.2 \sim 0.4) \mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})]$ 右美托咪定更能改善术后睡眠质量。相较于单

一全麻而言,全麻联合其他麻醉方式对术后睡眠影响较小。Tan 等^[15]比较了不同全身麻醉方式下胸科手术患者术后睡眠状况,将全麻分别与硬膜外麻醉、右美托咪定进行联合,术后第 1、2 晚采用 BIS 监测睡眠情况,同时评估血浆 IL-6 和肿瘤坏死因子 α (TNF- α) 水平,结果表明与其他两组相比,全麻联合硬膜外麻醉组睡眠效率指数较高,VAS 评分较低,同时 IL-6 更低。另一项研究,比较了髂筋膜阻滞联合右美托咪定对全髌关节置换术后疼痛及睡眠的影响^[16],随机将患者分为三组,常规全麻组(对照组);全麻联合髂筋膜阻滞组;右美托咪定联合髂筋膜阻滞组(合并组);结果显示,与其他两组相比,合并组患者的 VAS、PSQI 评分及血清炎症因子水平显著降低。联合麻醉方式对睡眠具不同影响的机制有待进一步深入研究。

近年来,中西医结合麻醉对改善术后睡眠质量也有积极的作用。经皮穴位电刺激(transcutaneous electrical acupoint stimulation, TEAS)是一种非侵入性电刺激技术,相较于传统的电针刺激具有无痛、操作简便等优点,具镇静、镇痛等功效。Song 等^[17]将行胸腔镜手术患者随机分为 TEAS 组及常规全麻组(对照组),于术前 1 晚、手术结束时、术后第 1~3 晚多个时间点行 TEAS,结果表明,与对照组相比,TEAS 组术后睡眠质量更好,且 VAS 疼痛评分明显降低。TEAS 可能通过调节 5-羟色胺、去甲肾上腺素、皮质醇、褪黑激素等间接影响睡眠质量的内源性物质浓度以改善睡眠。

3 麻醉药物对睡眠的影响

3.1 丙泊酚

丙泊酚对睡眠的影响主要表现为对 REM 睡眠的破坏。一项评价丙泊酚对 ICU 成人患者睡眠质量影响的研究显示,与不使用丙泊酚相比,丙泊酚可常规破坏 REM;与氟硝西洋相比,丙泊酚组深睡眠时间更短,唤醒更多,但与咪达唑仑组无差异^[18]。Rabelo 等^[19]评价了丙泊酚对阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)患者行鼻内窥镜检查期间睡眠的影响,多导睡眠仪监测发现,与对照组相比,丙泊酚可显著改变睡眠结构,主要表现为 N3 睡眠显著增加,REM 基本消失。一项比较常规与无痛内镜检查对睡眠影响的研究显示,无痛组以丙泊酚联合舒芬行静脉复合麻醉,对照组不给予任何麻醉药物,结果显示镇静组在治疗后 1 周匹兹堡睡眠质量指数(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)评分明显高于对照组,表明静脉复合全麻可影响无痛内镜患者术后短期内

睡眠质量^[10]。丙泊酚对睡眠的影响,可能与蓝斑-去甲肾上腺素系统相关^[20]。

3.2 吸入麻醉药

与丙泊酚不同,吸入麻醉药对睡眠的影响主要表现为非快速眼动睡眠(NREMS)减少。马福国等^[8]比较了不同全麻方式对老年女性患者术后睡眠的影响,分为丙泊酚组和七氟醚组,两组于住院当天和手术当天、术后1、3、7、30天进行PSQI问卷评分,同一时刻测定尿褪黑素与游离皮质醇浓度,结果显示丙泊酚组术后7天时睡眠障碍发生率低,尿褪黑素浓度较高。Cao等^[21]比较了不同睡眠状况患者行乳腺切除术后七氟醚MACawake值的差异,术前根据PSQI评分将患者分为正常组与轻度睡眠障碍组,结果显示与正常睡眠组相比,睡眠障碍组七氟醚的MACawake水平更高。睡眠障碍患者吸入麻醉药需求的增加可能与食欲素A水平的变化有关。与围术期正常睡眠患者相比,术前睡眠障碍患者除吸入麻醉药的敏感性不同外,术后并发症发生情况也有所差异。研究表明,术前睡眠障碍患者在七氟醚麻醉后加剧了海马神经炎症,并延长了记忆障碍的恢复期,从而引起认知功能障碍,神经炎症反应的增强是其主要机制^[22]。

3.3 阿片类药物

PSD的发生与阿片类药物消耗量成正相关。一项睡眠质量对术后快速康复影响的研究表明,全麻术后第1晚较差的睡眠质量与阿片类药物的消耗密切相关^[9]。睡眠障碍的严重程度可因不同类型阿片类药物而存在差异。Wenk等^[23]对手术患者随机采用芬太尼或瑞芬太尼术中镇痛,并于术前、术后3个月及6个月行PSQI问卷调查以评估睡眠质量,结果显示尽管两种药物对患者术后睡眠质量影响无显著差异;但组内比较发现,瑞芬太尼组术前PSQI评分良好睡眠者术后至少3个月内睡眠质量明显受损。不同阿片类药物对术后睡眠的影响有所差异,但在充分镇痛的基础上,减阿片化麻醉技术在一定程度上可改善术后睡眠障碍。

3.4 右美托咪定

正常人的睡眠和觉醒机制由蓝斑进行调节,其对睡眠的调节主要通过促进去甲肾上腺素释放实现^[24]。右美托咪定作为高特异性的 α_2 受体激动剂,与主管睡眠调节的蓝斑相作用,与其他镇静剂不同的是其通过促进内源性睡眠通路产生类似N2睡眠状态,发挥镇静效应^[25]。Song等^[26]选取75名行腹腔镜下胃肠肿瘤切除术患者,随机分为白天组(8:00~12:00)和夜间组(18:00~22:00),记录术后

第1、2、3晚睡眠质量及术后疼痛情况,结果显示白天使用右美托咪定比夜间手术能更好地改善术后睡眠质量和疼痛,这可能与睡眠受昼夜节律影响相关。有关右美托咪定对术后睡眠影响的机制有待进一步研究。

4 术后镇痛对睡眠的影响

疼痛可延长清醒至睡眠状态的时间,降低睡眠效率;睡眠障碍又可增加疼痛敏感性。一项关于术前长期睡眠障碍对心脏手术患者术后痛觉过敏的研究显示,术前长期睡眠障碍可增加其术后痛觉过敏^[27]。有效的术后镇痛可改善睡眠质量,缩短住院时间。Miller等^[28]研究表明,早期下床及相关功能的恢复与睡眠改善后疼痛减轻相关。

随着快速康复的迅速发展,对术后镇痛也有了新的要求。多模式镇痛(multimodal analgesia, MMA),即围术期采用两种及两种以上的镇痛药物及方法,在产生更好的镇痛效果的同时减少单一用药的不良反应。阿片类药物通过与右美托咪定、NASIDs等药物复合,弱阿片化镇痛的同时又可改善睡眠。

张小伟等^[29]研究表明,在传统阿片类药物镇痛的基础上联合右美托咪定用于PCAI,可降低患者术后PSQI评分,同时提高睡眠满意度。良好的术后镇痛不仅可改善术后睡眠,同时能减轻睡眠障碍相关并发症。一项右美托咪定联合神经阻滞对全膝关节置换术患者术后睡眠及疼痛影响的研究,随机分为右美托咪定周围神经用药联合罗哌卡因组、右美托咪定全身用药联合罗哌卡因组及罗哌卡因组术后镇痛,评估术后疼痛及睡眠质量情况,结果表明,联合组疼痛评分较低,具有更佳睡眠质量^[30]。

5 结 语

全麻PSD发生率高,严重影响术后康复。除自身年龄、环境因素及手术创伤等因素外,围术期麻醉管理对于PSD的发生有较大影响。对于术前即存在睡眠障碍的高危人群,围麻醉期管理要基于以下方面,以减少PSD的发生:(1)右美托咪定可作用于与睡眠调节相关的蓝斑核内 α_2 受体,产生类似生理性睡眠,在围麻醉期可酌情应用以预防术后PSD的发生;(2)全身麻醉复合神经阻滞等减阿片化麻醉技术,在一定程度上可改善PSD,可作为临床中减少PSD的策略之一;(3)以弱阿片化为主要理念的MMA,在镇痛及睡眠两方面均有良好的效果,可为今后优化术后睡眠提供理论依据;(4)加强围术期神

经认知障碍高风险人群睡眠监测,如老年或术前睡眠障碍患者,能够有效减少术后睡眠的发生率。

参考文献:

- [1] 詹芬芳, 徐国海. 睡眠碎片化对围术期神经认知障碍影响的研究进展[J]. 临床麻醉学杂志, 2021, 37(6): 658-660. DOI:10.12089/jca.2021.06.025.
- [2] Fernandes NM, Nield LE, Popel N, et al. Symptoms of disturbed sleep predict major adverse cardiac events after percutaneous coronary intervention[J]. Can J Cardiol, 2014, 30(1): 118-124. DOI:10.1016/j.cjca.2013.07.009.
- [3] McNamara P, Johnson P, McLaren D, et al. REM and NREM sleep mentation[J]. Int Rev Neurobiol, 2010, 92: 69-86. DOI:10.1016/S0074-7742(10)92004-7.
- [4] Ingiosi AM, Opp MR, Krueger JM. Sleep and immune function: glial contributions and consequences of aging [J]. Curr Opin Neurobiol, 2013, 23(5): 806-811. DOI:10.1016/j.conb.2013.02.003.
- [5] Todd OM, Gelrich L, MacLulich AM, et al. Sleep disruption at home as an independent risk factor for postoperative delirium[J]. J Am Geriatr Soc, 2017, 65(5): 949-957. DOI:10.1111/jgs.14685.
- [6] Gögenur I, Bisgaard T, Burgdorf S, et al. Disturbances in the circadian pattern of activity and sleep after laparoscopic versus open abdominal surgery[J]. Surg Endosc, 2009, 23(5): 1026-1031. DOI: 10.1007/s00464-008-0112-9.
- [7] Gong L, Sun SQ, Zhang H, et al. Analysis of patients' sleep disorder after total knee arthroplasty-A retrospective study[J]. J Orthop Sci, 2019, 24(1): 116-120. DOI:10.1016/j.jos.2018.07.019.
- [8] 马福国, 刘延莉, 王倩, 等. 丙泊酚全凭静脉麻醉与七氟醚静吸复合麻醉对老年女性患者术后睡眠质量影响的比较[J]. 中华麻醉学杂志, 2019, 39(10): 1168-1171. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1416.2019.10.006.
- [9] 王琦英, 李佳, 钱晓岚. 经皮穴位电刺激对食管癌根治术后患者睡眠质量的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 2020, 40(4): 404-407. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20191112.00405.
- [10] Lei M, Zhang P, Liu YF, et al. Propofol and sufentanil may affect the patients' sleep quality independently of the surgical stress response: a prospective nonrandomized controlled trial in 1033 patients' undergone diagnostic upper gastrointestinal endoscopy [J]. BMC Anesthesiol, 2017, 17(1): 53. DOI:10.1186/s12871-017-0341-3.
- [11] Halle IH, Westgaard TK, Wahba A, et al. Trajectory of sleep disturbances in patients undergoing lung cancer surgery: a prospective study[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2017, 25(2): 285-291. DOI:10.1093/icvts/ivx076.
- [12] Kjølhed P, Langström P, Nilsson P, et al. The impact of quality of sleep on recovery from fast-track abdominal hysterectomy[J]. J Clin Sleep Med, 2012, 8(4): 395-402. DOI:10.5664/jcsm.2032.
- [13] 徐钊, 张玉明, 杨瑞, 等. 术前连续髂筋膜间隙阻滞对老年髋部骨折患者围术期睡眠质量及术后谵妄的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(10): 953-957. DOI: 10.12089/jca.2020.10.004.
- [14] Duan GY, Wang K, Peng TT, et al. The effects of intraoperative dexmedetomidine use and its different dose on postoperative sleep disturbance in patients who have undergone non-cardiac major surgery: a real-world cohort study [J]. Nat Sci Sleep, 2020, 12: 209-219. DOI:10.2147/NSS.S239706.
- [15] Tan WF, Guo B, Ma H, et al. Changes in postoperative night bispectral index of patients undergoing thoracic surgery with different types of anaesthesia management: a randomized controlled trial[J]. Clin Exp Pharmacol Physiol, 2016, 43(3): 304-311. DOI:10.1111/1440-1681.12530.
- [16] Liu XF, Hu XW, Li R, et al. Combination of post-fascia iliaca compartment block and dexmedetomidine in pain and inflammation control after total hip arthroplasty for elder patients: a randomized control study[J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 42. DOI:10.1186/s13018-020-1562-6.
- [17] Song BJ, Chang YY, Li Y, et al. Effects of transcutaneous electrical acupoint stimulation on the postoperative sleep quality and pain of patients after video-assisted thoracoscopic surgery: a prospective, randomized controlled trial[J]. Nat Sci Sleep, 2020, 12: 809-819. DOI:10.2147/NSS.S270739.
- [18] Lewis SR, Schofield-Robinson OJ, Alderson P, et al. Propofol for the promotion of sleep in adults in the intensive care unit[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 1: CD012454. DOI:10.1002/14651858.CD012454.pub2.
- [19] Rabelo FAW, Braga A, Küpper DS, et al. Propofol-induced sleep: polysomnographic evaluation of patients with obstructive sleep apnea and controls[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2010, 142(2): 218-224. DOI: 10.1016/j.otohns.2009.11.002.
- [20] Du WJ, Zhang RW, Li J, et al. The Locus Coeruleus Modulates Intravenous General Anesthesia of Zebrafish via a Cooperative Mechanism [J]. Cell Rep, 2018, 24(12):3146-3155. DOI:10.1016/j.celrep.2018.08.046.

- [21] Cao YY, Zhang L, Peng XH, et al. Increased minimum alveolar concentration-awake of Sevoflurane in women of breast surgery with sleep disorders[J]. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1): 17. DOI:10.1186/s12871-020-0931-3.
- [22] Hou JB, Shen QN, Wan X, et al. REM sleep deprivation-induced circadian clock gene abnormalities participate in hippocampal-dependent memory impairment by enhancing inflammation in rats undergoing sevoflurane inhalation[J]. *Behav Brain Res*, 2019, 364: 167-176. DOI:10.1016/j.bbr.2019.01.038.
- [23] Wenk M, Pöpping DM, Chapman G, et al. Long-term quality of sleep after remifentanyl-based anaesthesia: a randomized controlled trial[J]. *Br J Anaesth*, 2012, 110(2): 250-257. DOI:10.1093/bja/aes384.
- [24] Liu KY, Acosta-Cabronero J, Cardenas-Blanco A, et al. In vivo visualization of age-related differences in the locus coeruleus[J]. *Neurobiol Aging*, 2018, 74: 101-111. DOI:10.1016/j.neurobiolaging.2018.10.014.
- [25] Weerink MAS, Struys MMR, Hannivoort LN, et al. Clinical pharmacokinetics and pharmacodynamics of dexmedetomidine[J]. *Clin Pharmacokinet*, 2017, 56(8): 893-913. DOI:10.1007/s40262-017-0507-7.
- [26] Song BJ, Li Y, Teng XF, et al. The effect of intraoperative use of dexmedetomidine during the daytime operation vs the nighttime operation on postoperative sleep quality and pain under general anesthesia[J]. *Nat Sci Sleep*, 2019, 11: 207-215. DOI:10.2147/NSS.S225041.
- [27] 王红柏, 张亮, 晏馥霞, 等. 心脏手术患者术前长期睡眠障碍与术后痛觉过敏的关系[J]. *中华麻醉学杂志*, 2020, 40(6): 660-663. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20190829.00605.
- [28] Miller A, Roth T, Roehrs T, et al. Correlation between sleep disruption on postoperative pain[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2015, 152(5): 964-968. DOI:10.1177/0194599815572127.
- [29] 张小伟. 右美托咪定复合舒芬太尼用于术后镇痛对妇科腹腔镜手术患者睡眠质量的影响[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2019, 40(4): 294-297. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2019.04.002.
- [30] Jin XB, Xiao R, Zhou W, et al. Effect of different modes of administration of dexmedetomidine combined with nerve block on postoperative analgesia in total knee arthroplasty[J]. *Pain Ther*, 2021, 10(2): 1649-1662. DOI:10.1007/s40122-021-00320-6.
- (收稿日期:2021-03-03;修回日期:2022-05-19)
-
- (上接第 238 页)
- [12] Jj N, Sun S, Sq H. Effect of oxycodone patient-controlled intravenous analgesia after cesarean section: a randomized controlled study[J]. *J Pain Res*, 2017, 10: 2649-2655.
- [13] Tesarz J, Hoheisel U, Wiedenhöfer B, et al. Sensory innervation of the thoracolumbar fascia in rats and humans[J]. *Neuroscience*, 2011, 194: 302-308. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2011.07.066.
- [14] Irwin R, Stanescu S, Buzaianu C, et al. Quadratus lumborum block for analgesia after Caesarean section: a randomised controlled trial[J]. *Anaesthesia*, 2020, 75(1): 89-95. DOI:10.1111/anae.14852.
- [15] Marhofer D, Kettner SC, Marhofer P, et al. Dexmedetomidine as an adjuvant to ropivacaine prolongs peripheral nerve block: a volunteer study[J]. *Br J Anaesth*, 2012, 110(3): 438-442. DOI: 10.1093/bja/aes400.
- [16] Brummett CM, Hong EK, Janda AM, et al. Perineural dexmedetomidine added to ropivacaine for sciatic nerve block in rats prolongs the duration of analgesia by blocking the hyperpolarization-activated cation current[J]. *Anesthesiology*, 2011, 115(4): 836-843. DOI:10.1097/ALN.0b013e318221fcc9.
- [17] Amlan S, Sanjay ND, Seelora S, et al. Adjuvants to local anesthetics: current understanding and future trends[J]. *World J Clin Cases*, 2017, 5(8): 307-323. DOI:10.12998/wjcc.v5.i8.307.
- (收稿日期:2022-02-09;修回日期:2022-05-05)