

中国神经外科术后加速康复外科(ERAS)

专家共识

中国医师协会脑胶质瘤专业委员会

通信作者:江涛,首都医科大学附属北京天坛医院神经外科,北京市神经外科研究所 100070, Email:jiangtao_369@163.com; 屈延,空军军医大学唐都医院神经外科,西安 710038, Email:yanqu0123@fmmu.edu.cn; 曹勇,首都医科大学附属北京天坛医院神经外科 100070, Email:caoyong6@hotmail.com

DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20200716-00405

术后加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)是指在围手术期通过综合应用多学科管理方法整合一系列具有循证医学证据的优化措施,通过有效、合理、适度地改良常规手术治疗流程,降低手术应激反应,减少手术并发症和手术风险,加快术后恢复,缩短住院时间,减少住院费用,提高患者的生命质量^[1]。ERAS 的核心是尽量减轻术中机体的应激反应,阻断传入神经对应激信号的传导,减轻患者心理及机体的损伤^[2],预防并发症,预防重于治疗。

我国的 ERAS 最早由黎介寿院士于 2007 年引入。近年来,神经外科 ERAS 的研究和应用工作已有初步的临床实践和经验^[3-4]。结合我国神经外科的临床实践经验,参考目前国内、外神经外科 ERAS 研究的最新结果及其他学科 ERAS 指南,本委员会制定《中国神经外科术后加速康复外科(ERAS)专家共识》,以进一步促进 ERAS 理念在我国神经外科临床实践中的规范开展。

一、神经外科 ERAS 的术前管理及措施(表 1)

(一)术前宣教

个体化宣教是神经外科 ERAS 成功的重要因素。针对患者的个体化情况,术前通过口头或书面形式向患者及家属介绍围手术期的相关治疗手段、ERAS 手术成功的病例,同时讲解 ERAS 各种优化措施的具体实施方法以及早期出院计划,让患者及家属认识到自身在此计划中的重要作用,减轻患者的焦虑,缓解其紧张情绪,取得配合,可促进术后快速康复。术前宣教建议从患者入院前的门诊开始,直至手术前持续进行,以便给患者提出问题的机会,并确保信息被充分理解。

(二)术前访视与评估

术前访视建议由 ERAS 工作小组完成,主要包括病房护理评估(主管医生和病房护士)、麻醉护理评估(麻醉医生)、手术室评估(手术护士)及营养科医生评估。团队的成员均应侧重于不同的评估内容。

1. 手术医生与患者及家属充分讨论沟通,获得手术知情同意。包括告知手术相关操作、围手术期准备、戒烟戒酒、术前营养状况调整、术后可能出现的相关并发症(颅内感染、癫痫发作、颅内出血、神经功能障碍等)。

2. 医护访视时应使用通俗易懂的语言,多使用肢体语言对患者进行主动安慰。通过介绍成功病例和成熟医疗技术以减轻患者对手术的顾虑;注意询问患者的睡眠质量,必要时于手术前一晚使用镇静药物,保证睡眠;建议提前告知手术室的大致环境和当日手术流程,并介绍减轻疼痛的措施,帮助患者消除对疼痛的顾虑。

3. 术前麻醉医生应充分评估和改善患者的各系统功能,实施戒烟戒酒、氧疗、控制血压、改善心脏前后负荷、内分泌功能调节、围手术期电解质平衡及术后静脉血栓栓塞(venous thromboembolism, VTE)的风险评估^[5]。

4. 术前营养科医生评估患者的营养状态,并下达营养治疗医嘱,填写并记录相应的评分量表,进行营养风险筛查及风险评估。患者良好的术前体质和营养状况可以确保术前准备的完善,并保证术后高质量的康复。

5. ERAS 工作小组应对访视结果进行共同讨论,并制定相关的处理措施。

(三)术前营养状况评估

表 1 神经外科加速康复外科(ERAS)推荐流程——入院及术前管理阶段

阶段	ERAS 要点	主要内容	处置原则
入院	入院评估	入院基本评估	评估是否进入神经外科 ERAS 方案流程
术前管理	术前宣教	介绍神经外科 ERAS 围手术期治疗的相关知识	-
	术前功能状态评估	术前 KPS、QOL 和 SF-12 等评估	-
	营养状态评估	NRS 2002、SGA 评估	根据营养科评估结果,给予或不予营养治疗
	术前气道评估与管理	病史及生活工作习惯评估、肺功能评估	对手术过程充分讲解、戒烟、学习咳嗽咳痰等;对于高危患者制定术前肺部康复训练计划
	术前精神状态评估	HAD、MMSE、MoCA 评估	-
	血栓风险评估与管理	VTE Caprini 风险评估、Autar DVT 风险评估量表	VTE Caprini 风险评估量表≥3 分,或 Autar DVT 风险量表≥11 分,开始预防性抗血栓治疗;推荐主动活动、弹力袜、气压泵、药物治疗等
	PONV 风险评估	成人 PONV 简易风险评分量表(Apfel 简化评分法)、恶心呕吐视觉模拟评分	多模式策略预防 PONV,推荐 5-HT ₃ 受体拮抗剂和糖皮质激素为防治 PONV 的一线用药
	术前疼痛评估与管理	预防性镇痛、多模式镇痛	疼痛 VAS 评分>4 分者给予相应的镇痛药物治疗
	癫痫评估与管理	癫痫病史与高危因素评估	术前已有颅内疾病相关癫痫的患者,建议预防性应用 AEDs;否则,建议仅在高危患者中预防性用药
	术前禁食水	缩短术前禁食、禁饮时间	术前 6 h 禁固体食物;术前 2 h 口服麦芽糊精果糖溶液 400 ml
	手术压疮风险评估与管理	手术患者压疮风险评估表	评估术中压疮的发生风险,并给予预防性保护措施

注:KPS 为 Karnofsky 功能状态评分,QOL 为生活质量评分,SF-12 为简版生活质量量表,NRS 2002 为营养风险筛查 2002 量表,SGA 为主观整体评价,HAD 为医院焦虑抑郁量表,MMSE 为简易精神状态评价量表,MoCA 为蒙特利尔认知评估量表,VAS 为视觉模拟量表,VTE 为静脉血栓栓塞,DVT 为深静脉血栓,PONV 为术后恶心呕吐,AEDs 为抗癫痫药物,“-”表示无此项内容

术前营养状况评估的目的是尽早发现存在营养不良危险因素的患者,并尽早开始序贯、充分的营养支持治疗。建议根据欧洲临床营养与代谢协会营养不良标准和营养风险筛查 2002 量表(nutritional risk screening 2002,NRS 2002)评估手术患者是否存在营养风险,并适时给予术前营养干预^[6]。

营养筛查后存在营养不良风险的患者建议应用主观整体评价(subjective global assessment,SGA),进一步明确并量化其营养风险情况。术前应避免出现严重的高血糖(血糖>16.6 mmol/L),高血糖患者应控制高血糖状态后方可进行手术。术前存在营养不良的患者,建议在早期进食过程中给予口服营养制剂,以达到目标摄入量。当经口摄入能量少于正常摄入量的 60% 时,建议口服肠内营养辅助制剂。对于存在严重营养不良的患者,是否进入 ERAS 流程应慎重考虑,必要时应调整营养状态后再进行手术治疗。

(四)癫痫评估与管理

癫痫的诊断主要依赖于患者癫痫发作的特征性表现形式以及脑电图等检查结果,应准确记录。对于术前已有颅内疾病相关癫痫的患者,建议常规预

防性应用抗癫痫药物(antiepileptic drugs,AEDs);术前无疾病相关癫痫的患者,建议仅在术后癫痫发作高危因素的亚组中预防性用药^[7]。高危因素包括:额颞叶病变、术中应用缓释化疗药物、累及皮质的病变或术中皮质损害严重、手术时间较长(>4 h),或预期术后出现明显的脑水肿或脑缺血等^[8]。

(五)血栓的风险评估与管理

建议在术前进行 VTE 风险评估和筛查,常用的方法为 Caprini 血栓风险评估量表和 Autar 深静脉血栓(deep vein thrombosis,DVT)风险评估量表。根据 Caprini 评分标准,大多数患者存在一种或多种 VTE 危险因素,甚至有大量的神经外科手术属于 VTE 中的高危手术。存在 VTE 危险因素的患者若无预防性抗血栓治疗,术后 DVT 形成的发生率可高达 30%,致死性肺栓塞的发生率近 1%。因此,在排除预防性干预禁忌的情况下,应针对性制定预防 VTE 的预案,并给予相应不同等级的预防措施,以降低术后 VTE 的发生率^[9]。

(六)功能状态、精神心理评估与管理

建议术前评估患者的整体状态及可能存在的焦虑、抑郁症状,并进行针对性干预和心理辅导。功能

状态建议采用 Karnofsky 功能状态评分、简版生活质量量表(12-item short form health survey, SF-12)等评估;精神心理状态建议采用医院焦虑抑郁量表(hospital anxiety and depressive scale, HAD)等评估;认知功能状态建议使用简易精神状态评价量表(mini-mental state examination, MMSE)和蒙特利尔认知评估量表(Montreal cognitive assessment, MoCA)等评估^[10]。对于存在焦虑抑郁等状态的患者应进行心理疏导,详细沟通手术方式、手术风险及疾病预后等相关医疗信息,以缓解患者的焦虑状态。

(七)气道评估与管理

术前气道风险评估有助于识别高危患者,可预判手术效果及术后并发症,内容包括病史及生活工作习惯评估和肺功能评估。肺功能评估包括肺功能及动脉血气测试、心肺功能运动试验等。肺部并发症的危险因素主要包括:年龄、吸烟、肥胖、基础疾病、气道定植菌、气道高反应性、肺功能、既往治疗史等。

术前呼吸道并发症的防治措施主要包括:(1)术前对患者进行教育指导,强调戒烟至少 2 周,指导患者学习正确咳嗽、咳痰的方法,有效应用呼吸训练装置等。(2)对于合并高危因素的患者,建议制定术前肺部康复训练计划方案,包括康复训练时间、药物康复治疗(抗生素、祛痰药、平喘类药物等)、物理康复(爬楼训练、使用呼吸训练器等)及心理康复干预^[11]。

(八)疼痛评估与管理

疼痛是患者术后主要的应激因素之一。建议预防性镇痛和多模式镇痛相结合,术前干预、术中以及术后镇痛管理相结合,且贯穿于整个围手术期,采取针对性措施,规范化评估并缓解疼痛症状^[12]。

神经外科围手术期疼痛原因复杂,主要包括:(1)神经系统损伤或功能失调引起的中枢性疼痛。(2)手术切口相关性疼痛,主要来源于附着于颅骨的肌肉和软组织,多表现为搏动性疼痛,其位置表浅,属于比较持续和稳定的疼痛。术中损伤支配硬脑膜的三叉神经、脊神经各分支或血管环附近的交感神经等也会引起疼痛。(3)术后颅内压增高、血性脑脊液刺激及脑脊液丢失等原因造成高、低颅压均可导致头痛。此时需要通过有无相关伴发症状、影像学检查、是否与体位有关等因素综合判断。

推荐术前对患者术后出现疼痛的风险进行预测评估。评估内容包括:术前是否存在疼痛、术前是否使用阿片类药物、有无术后疼痛的经历、患者有无不

恰当的期望值过高、对手术结果是否存在焦虑、是否具有特殊的精神因素(如重度焦虑)。对患者进行镇痛选择的教育,并促使患者对术后疼痛设定合理的期望值、术前应用镇痛药物或局部神经阻滞等。

(九)术后恶心呕吐(postoperative nausea and vomiting, PONV)的术前评估与管理

PONV 是麻醉和手术后的常见并发症,在神经外科手术中, PONV 的发生率为 47% ~ 70%。建议术前对 PONV 的危险因素进行预评估,推荐采用成人 PONV 简易风险评分量表(Apfel 评分法)及恶心呕吐视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)快速识别 PONV 中的高危人群。Apfel 评分法包括 4 个危险因素:女性、非吸烟者、晕动病或 PONV 病史、术后使用阿片类药物^[13]。根据相关危险因素将患者分为低危(0 ~ 1 分)、中危(2 分)及高危(3 ~ 4 分)人群。术前应根据 PONV 风险评估结果,针对性给予不同等级的有效预防措施,以降低 PONV 的发生率。此外,发生 PONV 的因素还包括吸入麻醉药和氧化亚氮(N₂O)、肌松拮抗剂、术后使用阿片类药物;另外,合并容量不足、低血压、长时间手术(> 6 h)亦可增加 PONV 发生的风险^[14]。颅脑手术由于既有手术创伤所致的脑水肿,也有颅内压升高等因素加重 PONV,因此更应重视防范。

(十)手术压疮的风险评估与管理

术前访视时,可依据神经外科手术患者压疮风险评估表(Braden 评分)评估术中压疮发生的风险,并给予预防性保护措施。

二、神经外科 ERAS 术中管理及措施(表 2)

(一)术前禁食水

建议在麻醉医生的许可下,缩短术前禁食、禁饮时间;无胃肠道动力障碍的患者推荐术前 6 h 禁食固体饮食,术前 2 h 禁饮。建议固体饮食为淀粉类固体食品;清流质可选择清水、糖水、咖啡(不含奶)、茶水、无渣果汁等。除外合并胃排空延迟、胃肠蠕动异常、急诊手术、糖尿病神经病变、颅内压顺应性下降等患者,推荐患者术前口服含碳水化合物饮品,通常是在术前 2 h 饮用 ≤ 400 ml 12.5% 的碳水化合物饮品,如麦芽糊精果糖溶液^[15]。

(二)术前麻醉用药

患者术前不应常规给予长效镇静和阿片类药物,其可延迟术后的快速苏醒。对于 ≥ 65 岁的老年患者,术前应慎用抗胆碱药物、苯二氮草类药物、H₂受体拮抗剂,以降低术后出现谵妄的风险^[16]。建议术前给予抗酸药物治疗,以减少应激性溃疡的发生

表 2 神经外科加速康复外科(ERAS)推荐流程——手术日管理阶段

阶段	ERAS 要点	主要内容	处置原则
手术日管理	切口局部麻醉	罗哌卡因(0.2%)	术前给予皮下局部麻醉;手术时间>3 h,术毕时再次给予
	麻醉方式	全身麻醉联合复合区域神经阻滞麻醉	麻醉药物的选择、BIS、术中行神经电生理监测
	术中镇痛管理	局部镇痛与全身镇痛相结合	以麻醉深度检测及局部麻醉技术镇痛为主,减少阿片类药物的全身应用
	术中体温管理	维持术中生理体温(>36℃)	主动保温
	液体治疗方案和术中循环管理	术中严格控制动脉血压和维持脑血流量的稳定	目标导向液体治疗;动脉穿刺置管计算 CO、SV、 Δ SV、SVV、PPV 等指标,并及时干预
	气道管理及肺保护性通气策略	低潮气量适度的过度通气	建议术中呼吸末 CO ₂ 维持于正常的低限,不推荐长期预防性过度通气治疗
	预防性应用抗生素	预防性抗生素的使用	手术即将开始时用药(麻醉后或切开皮肤前);手术时间较长,应在 3~4 h 后重复给药一次
	微创神经外科	实施微创神经外科理念	选择合适的手术体位和手术入路、设计合理的手术切口、局部备皮、术中精细操作、使用局部麻醉药物、优化切口缝合方式、避免常规留置引流管等措施

注:BIS 为脑电双频指数,CO 为心输出量、SV 为每搏输出量,SVV 为每搏输出量变异率,PPV 为脉压变异率

率。建议继续应用 AEDs 至手术前。

(三)麻醉方法的选择

根据多模式镇痛理论,建议采用全身麻醉联合复合区域神经阻滞麻醉。小脑幕上手术根据手术入路的不同可采取头皮神经阻滞,包括眶上神经、滑车上神经、耳颞神经、颧颞神经、枕大神经、枕小神经等;小脑幕下手术可考虑采取颈丛神经阻滞^[17]。

术中神经电生理监测可提高术者的术中决策力并最终降低手术致残率,在避免神经损伤的同时,最大程度地切除病变。术中麻醉维持方案推荐采用丙泊酚和瑞芬太尼为主的全凭静脉麻醉,均为短效药物,具有起效快、消除迅速、不干扰神经电生理监测的特点,建议根据术中神经电生理监测的需要调整用药。在运动诱发电位监测期避免使用肌松类药物^[18]。癫痫手术的麻醉方案需考虑到手术操作、病灶定位以及患者应用抗癫痫药物和麻醉药物的药理学特征。

唤醒麻醉常用于手术部位邻近语言或运动中枢的肿瘤组织或癫痫灶切除。通常采用丙泊酚-瑞芬太尼组合,也可选择右美托咪定等药物。同时,要求术前对患者进行充分的头皮神经阻滞和切口浸润麻醉,以减少术中阿片类药物的用量和降低出现呼吸抑制的风险。充分的术前心理准备、患者与麻醉医生之间的和谐沟通、患者较为舒适且呼吸道通畅的体位、适当的头皮神经阻滞、恰当的麻醉方法及团队合作均是唤醒麻醉成功进行的关键^[19-20]。

(四)麻醉深度监测

建议应用脑电双频指数(bispectral index, BIS)监测术区对侧的额叶或枕叶,指导麻醉深度的维持。维持 BIS 值为 40~60,一方面可避免麻醉过浅导致患者术中知晓;另一方面可避免麻醉过深,导致患者苏醒延迟,以及对术后早期神经功能评分造成干扰。适宜的麻醉深度可减少患者术后谵妄和认知功能障碍以及潜在的远期认知功能损害^[21]。对于预计手术时间长、高龄、存在心脑血管合并症的患者尤其适用。

(五)液体治疗方案

ERAS 提倡采用目标导向液体治疗(goal-directed fluid therapy, GDFT)的理念及措施指导液体治疗,维持血容量在相对正常低值水平,同时又要保证足够的脑灌注。建议采用经食管超声心动图监测患者的心输出量(cardiac output, CO)、每搏输出量(stroke volume, SV)和降主动脉校正流量时间等指标作为心脏前负荷的量度,也可通过动脉穿刺置管或无创传感器监测动脉波形,计算 CO、SV、 Δ SV、每搏输出量变异率(stroke volume variation, SVV)和脉压变异率(pulse pressure variation, PPV)等指标,实时判断患者的容量状态并进行干预^[22]。

术中因患者颅内高压常选用甘露醇进行脱水治疗,但在持续增加甘露醇的剂量时,降颅压的效果会逐渐变差,显著增加低钠血症及肾脏损害的风险。低渗液有加重脑水肿和升高颅内压的风险,应避免使用。血脑屏障可因颅内肿瘤组织的侵犯、血管内压力增加及缺氧的损害、手术直接破坏等影响血管

的通透性,此类患者输注的液体和药物可能会从血管中外渗,可加重脑水肿,建议选用胶体液如羟乙基淀粉和明胶等,其扩容效能强、效果持久,有利于控制输血量,减轻组织水肿,预防脑水肿,但应注意其存在过敏、凝血功能障碍及肾损伤等不良反应。对于出血量较大的患者,应注意动态核查血红蛋白和红细胞压积,并及时进行成分输血。对于出血量巨大的患者,注意动态核查凝血状态,及时补充红细胞、血浆、冷沉淀和血小板,配合输注晶体和胶体液。术前或术中可给予凝血药物,如注射用尖吻蝮蛇血凝酶、注射用矛头蝮蛇血凝酶,术后根据出、渗血情况可以常规应用 1~3 d,确保血容量和纤溶活性正常,具体可按药物说明书使用。

(六)术中循环管理

颅内压增高时,脑血流自主调节功能紊乱,建议术中严格控制动脉血压和维持脑血流量的稳定,维持脑灌注,保持术中血流动力学稳定,减少继发性脑缺血及相关并发症。特别是在部分脑血管病患者中,如动脉闭塞、狭窄、烟雾病和动脉瘤夹闭的阻断期,应加强有创动脉血压的监测,精细调控血压,避免灌注过低导致的脑缺血事件。推荐适当使用 α 肾上腺素能受体激动剂,如苯肾上腺素或低剂量去甲肾上腺素等缩血管药物。近红外光谱、脑灌注实时监测等新技术可有效监测脑组织的灌注情况,有助于制定个体化的血压调控目标^[23]。此外,还应注意在动脉开通或血运重建术后,避免血压过高导致的灌注压突破综合征。

(七)气道管理及肺保护性通气策略

采用低潮气量适度的过度通气。潮气量为 6~8 ml/kg,呼吸频率为 12~15 次/min,可给予低中度呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)为 5 cmH₂O (1 cmH₂O = 0.098 kPa),氧合指数(FiO₂) < 60%。维持低、中度 PEEP 对开颅期硬脊膜的张力无显著影响,可顺利进行手术^[24]。建议至少在手术结束、拔管前实施 1 次肺复张,减少全身麻醉患者术后出现肺不张及术后拔管延迟的发生。

建议术中呼气末 CO₂ 分压维持于正常低限,过度通气引起的低碳酸血症可以使脑血管收缩,减少脑血流量和脑血容量。择期手术时,适当过度通气有助于预防颅内压的升高、改善手术条件;短期适当过度通气也可以处理术中急性脑膨出,但注意这种降低颅内压的作用是暂时的,并且可能在正常通气恢复后发生反弹。不推荐长期行预防性过度通气治疗,因为可能导致或加重脑缺血以及损伤神经功能等。

(八)术中体温管理

建议维持术中生理体温(>36℃),术中低体温将导致术后寒战、凝血功能紊乱、延长恢复室的停留时间、麻醉苏醒延迟,并增加术后感染、心肌缺血和心律失常的发生率,且可能延长住院时间。神经外科手术时间较长,术中盐水冲洗术野或体温中枢周围区域,易导致患者发生低体温。所以,术中应监测患者的体温,采取主动保温的措施维持体温>36℃,包括等候区保温、温床垫、温毯、加温和加湿麻醉气体、输血输液加温装置等。手术室的环境温度应至少高于 21℃^[25]。

(九)术中镇痛管理

术中镇痛管理主要以麻醉深度监测及局部麻醉技术镇痛为主,减少阿片类药物的全身应用,促进术后恢复,减少 PONV 的发生。切口局部使用麻醉药物能够发挥术后镇痛的作用,特别是在开颅术后疼痛最严重的早期,可推迟全身镇痛药物的使用时间并减少其剂量。

(十)预防性使用抗生素

神经外科感染最常见的细菌主要为革兰阳性菌,金黄色葡萄球菌占首位。预防性使用抗生素有助于降低择期手术后感染的发生率,但应强调抗菌药物不能取代严格的无菌技术及相关外科无菌原则。预防性抗生素的使用原则包括:药物能够通过血脑屏障进入脑脊液;药物应对怀疑或已证实的细菌具有良好的杀菌活性;所用药物在脑脊液中的浓度应比该药物的最小杀菌浓度至少高出数倍。为了使抗菌药物在组织中达到最大浓度,应在手术即将开始时用药(麻醉后或切开皮肤前)。如使用半衰期短于 2 h 的抗生素,同时手术时间较长,应在 3~4 h 后重复给药一次^[26]。

(十一)微创手术

微创手术是神经外科 ERAS 的核心,是 ERAS 实践最重要的前提。微创神经外科理念是以最小创伤的操作,最大限度地保护和恢复脑神经功能、解除疾病的影响,最大程度地减少医源性损伤、手术后并发症以及手术应激反应。微创手术不仅需要保护运动、感觉等基本神经功能,还需要注重保护语言、情感等高级精神活动,使患者术后尽早康复^[27]。

微创神经外科手术使手术更加安全可靠,可缩短患者的住院时间和康复周期,降低医疗费用。因此,微创神经外科的核心理念与神经外科 ERAS 理念在内涵上高度统一,是成功实践神经外科 ERAS 的前提和根本出发点。微创手术理念包含但不限

于:选择合适的术体位和手术入路、设计合理的手术切口、局部备皮、使用局部麻醉药物、减少手术出血、轻柔的术中操作、优化切口缝合方式、避免常规留置引流管等措施^[28]。

三、神经外科 ERAS 的术后管理及措施(表 3)

(一)术后心理宣教及指导

ERAS 团队应根据患者术后的病情制定合理、有效、可行的康复计划。医护协同为患者及家属进行心理疏导,保持良好的心态,强调快速康复阶段的重要性及优点,增强信心,促进患者早日康复。术后再次对焦虑抑郁、认知功能状态进行评估,应关注患者近期和远期认知功能状态的改变。认知损伤的治

疗主要是药物治疗(如石杉碱甲注射液、多奈哌齐等);非药物治疗主要是认知康复锻炼,其对脑肿瘤患者部分认知功能恢复有所助益。

(二)术后液体管理

术前缩短禁食水时间、术中减少出血、术后早期进食水等措施的实施,减少了血容量不足带来的风险。同时,术后早期进食水也极大地减少了输血量。一般而言,ERAS 患者手术结束后至术后第 1 天每日补液量为 2 000 ml 左右,从术后第 2 天逐渐减少补液量,静脉补液量控制在 1 000 ml 左右。同时,鼓励患者早期进食,补充身体需要的能量,保障胃肠道功能的正常运行。术后第 3 天即可停止输液。

表 3 神经外科加速康复外科(ERAS)推荐流程——术后管理、出院及随访阶段

阶段	ERAS 要点	主要内容	处置原则
术后管理	术后营养管理	早期、快速恢复肠内营养	建议术后 6 h 可考虑进食清流质;恢复肠道通气可由流质饮食转为半流饮食;动态调整进食时间
	术后疼痛管理	术后疼痛的评估、镇痛药物的选择	多模式镇痛。以对乙酰氨基酚、非选择性 NSAIDs 为基础用药,联合阿片类药物
	术后管道管理	选择性应用各类管道,尽量减少各类导管的使用或尽早拔除	建议返回病房前即拔除气管插管;清醒后 6 h 内拔除尿管;各类导管每日进行评估,尽早拔除;术后不推荐常规使用鼻胃管及胃肠减压器;尽量避免应用术区引流管,若留置,尽量在短时间内(术后 48 h 内)拔除
	术后气道管理	静脉用药及雾化吸入	抗生素、糖皮质激素、支气管舒张剂和黏液溶解剂
	术后应激性黏膜病变管理	应激性消化道出血的预防和治疗	推荐质子泵抑制剂、H ₂ 受体阻滞剂为主要的预防用药;早期给予肠内营养有助于预防应激性黏膜病变
	PONV 管理	PONV 的高危因素评估	提前预测 PONV 高危人群,尽早联合用药,有效治疗 PONV,做好气道保护;一旦发生 PONV,应积极保护气道,积极行止血治疗
	术后癫痫管理	围手术期癫痫预防与治疗	高危患者可预防性应用左乙拉西坦或丙戊酸钠治疗;术后早期癫痫发作的处理与常规癫痫发作的处理相同;癫痫发作终止后应早期行影像学检查排除疾病因素
	术后液体管理	快速减少静脉液体输注	术后第 1 天为 1 000 ~ 2 000 ml;术后第 2 天为 0 ~ 1 000 ml
	术后 VTE 管理	VTE 管理强调及早和全程	低危患者无须使用物理或药物预防措施;中危患者仅使用物理预防措施;高危患者在无高出血风险的情况下,推荐使用药物预防;极高危患者在不伴高出血风险的情况下,采取药物预防措施的同时建议加上物理措施
	神经康复治疗	早期下床活动	全身麻醉清醒后即指导患者床上活动;术后指导患者早期床上端坐、床旁站立活动,直至下床活动;康复措施包括肢体运动功能障碍康复、语言功能障碍康复、脑神经功能障碍康复
出院	基本出院标准	评估是否符合出院条件	恢复固体饮食;无需液体治疗;口服镇痛药物可良好止痛;伤口愈合良好,无感染迹象;器官功能状态良好,可自由活动
	生活状态评估	KPS、满意度量表	-
	出院营养状态评估	NRS2002、SGA	-
	精神心理状态评估	HAD、MMSE、MoCA	-
随访	出院随访和监测	出院后 24 ~ 48 h 及术后 30 d 随访	出院后 24 ~ 48 h 内应常规对患者进行电话随访,进行出院后指导和并发症的监测;术后 30 d 患者应至门诊回访,制定后续治疗计划;建立“绿色通道”,随时满足患者再次入院的需求

注: PONV 为术后恶心呕吐, VTE 为静脉血栓栓塞, KPS 为 Karnofsky 功能状态评分, NRS 2002 为营养风险筛查表 2002, SGA 为主观整体评价, HAD 为医院焦虑抑郁量表, MMSE 为简易精神状态评价量表, MoCA 为蒙特利尔认知评估量表, NSAIDs 为非甾体类抗炎药, “-”表示无此项内容

(三) 术后营养管理

术后应在数小时内开始恢复进食, 首先进饮清水和液体, 建议术后 6 h 无特殊情况可考虑进食清流质。一旦患者恢复肠道通气可由流质饮食转为半流质饮食, 摄入量可根据胃肠道的耐受情况逐渐增加。对于预计不能经口进食的患者或者经口进食不能满足 60% 总能量和蛋白需求的患者, 譬如手术或病变影响后组脑神经功能, 造成患者出现吞咽困难、饮水呛咳, 此时经口进食难以达到目标摄入量, 建议在术后 24 h 内给予导管喂养, 同时给予补充性肠外营养, 推荐采用“全合一”混合液的形式输注, 并进行神经功能锻炼, 早日恢复经口进食。

推荐根据患者的耐受度和意愿及手术类型决定进食时间, 如各类腹腔分流手术、胸段以上的髓内肿瘤手术等可能影响肠道蠕动的手术, 其进食时间及食物类型可能需要适当调整, 但目前尚缺乏相关研究数据。对于出院时仍存在营养不良的患者, 推荐在院外持续口服营养制剂数周^[6]。

(四) 术后血糖管理

术后血糖控制的理想目标值目前尚无定论, 严格胰岛素治疗即控制血糖范围在 4.4 ~ 6.2 mmol/L 可能会增加低血糖的风险, 且未降低手术相关死亡率及促进神经功能的恢复。目前, 多建议通过胰岛素或降糖药物将血糖控制为 <10 mmol/L 即可^[29]。

(五) 术后癫痫管理

对于有高危因素的患者可预防性应用左乙拉西坦或丙戊酸钠治疗, 并进行脑电图监测, 以早期发现癫痫发作, 并行超早期干预。术后早期癫痫发作的处理与常规癫痫发作的处理相似, 建议早期行 CT 或 MRI 检查, 排除术后颅内出血、缺血等。对于未预防性应用 AEDs 治疗的患者, 建议在首次发作后开始进行药物治疗; 而对于原有术后早期应用 AEDs 治疗的患者, 建议暂不调整其用药方案, 可根据患者后期的具体情况进行药物剂量调整或加用其他 AEDs; 若在药物改变或撤退时癫痫复发者, 建议考虑长期服用 AEDs 治疗。

有关患者术后 AEDs 的减停问题, 目前尚存争议。总体来看, 需要考虑的因素包括病变性质、术前后有无癫痫发作、病程长短、术后有无癫痫、癫痫发作的次数、病变切除程度以及患者的经济、心理情况等^[8]。

(六) 术后镇痛管理

术后镇痛管理推荐采取多模式镇痛, 即联合多种镇痛方法和不同起效机制的镇痛药物, 使镇痛作

用协同或相加, 实现最佳的预期理想效应/不良反应比值。术后镇痛管理包括术后疼痛的评估、术后持续药物镇痛以维持镇痛的效果。术后镇痛使用阿片类药物易出现呼吸抑制、PONV、便秘等不良反应, 并有增加颅内压、掩盖急性神经系统改变的风险, 应谨慎使用。非阿片类药物(如非甾体抗炎药)可降低 PONV 的发生率, 但镇痛效果较弱。多模式镇痛多以乙酰氨基酚、非选择性非甾体类抗炎药为基础用药, 联合阿片类药物(如地佐辛注射液), 以降低药物不良反应。离子通道药物(加巴喷丁、普瑞巴林)、NMDA 受体阻断药(氯胺酮)、 α_2 受体拮抗药(右美托咪定)均被证实可减少颅脑手术后的疼痛症状。除外全身镇痛, 神经外科还可应用局部麻醉镇痛, 常选用布比卡因和罗哌卡因行术中皮肤浸润和头皮神经阻滞。术前头皮神经阻滞可减弱手术刺激(包括头部固定和皮肤切开)导致的血流动力学改变^[17]。

(七) 术后 VTE 管理

建议及早和全程预防 VTE。对于低危患者无须使用物理或药物预防措施; 中危患者仅使用物理预防措施, 包括使用间歇充气加压泵和加压弹力袜; 高危患者在不伴高出血风险的情况下, 推荐使用药物预防; 而极高危患者在不伴高出血风险的情况下, 在采取药物预防措施的同时建议增加物理措施。手术患者使用药物进行 VTE 预防不仅有效, 而且术后发生出血并发症的风险未见明显增高; 其他有益措施还包括体液平衡、容量充足、减少使用脱水药物、减少术中出血、缩短手术时间等^[30]。

对于早期 DVT 的非肿瘤患者, 建议使用新型口服抗凝药物利伐沙班, 或使用低分子肝素联合华法林等; 而早期 DVT 的肿瘤患者, 建议首选低分子肝素抗凝。对于抗凝治疗有禁忌或在充分抗凝治疗的情况下仍可能发生肺栓塞的患者, 建议行下腔静脉滤器置入术^[31]。

(八) 术后气道管理

围手术期气道管理常用的治疗药物包括抗生素、糖皮质激素、支气管舒张剂和黏液溶解剂。(1) 抗生素: 对于术后气道感染风险较高的人群, 如有重度吸烟史或中重度肺气肿患者, 气管内致病性定植菌感染的发生率显著增高, 术前预防性应用抗菌药物能够显著减少相关并发症。如术后出现肺部炎症反应, 则需根据痰培养及药敏试验结果选用敏感抗菌药物。(2) 吸入性糖皮质激素类药物: 术前吸入糖皮质激素(如吸入用布地奈德混悬液等)能够显

著改善气道高反应性,利于清除气道内分泌物,有益于减轻患者的术后创伤反应,减少术后肺部并发症的发生。雾化吸入的给药方式可使药物直接作用于气道黏膜,其治疗剂量较小,可避免或减少全身给药的不良反应。(3)支气管舒张剂:常用的支气管舒张剂包括 β_2 受体激动剂和抗胆碱能药物。建议吸入糖皮质激素联合支气管舒张剂(β_2 受体激动剂,如硫酸特布他林雾化液等),以协同提高疗效。选择性 β_2 受体激动剂(如特布他林和沙丁胺醇等)和抗胆碱能药物(如异丙托溴铵等)也是常用的雾化吸入制剂。(4)黏液溶解剂:围手术期常用的黏液溶解剂有乙酰半胱氨酸雾化溶液、糜蛋白酶;痰液稀释剂有盐酸氨溴索等。黏液溶解剂可减少手术时机械损伤造成的肺表面活性物质下降,降低肺不张的发生率。对于有高危因素的患者,建议术前给予预防性应用黏液溶解剂,直至恢复出院^[32]。

(九)术后应激性黏膜病变管理

应激性黏膜病变(stress related mucosal disease, SRMD)通常是指机体在严重创伤、复杂手术、危重疾病等严重应激状态下发生的急性消化道黏膜糜烂、溃疡、出血等病变,严重者可导致消化道穿孔。神经外科围手术期患者普遍存在较强的应激因子(颅脑损伤、卒中、复杂颅脑手术等),在原发病或相关危险因素出现的 2 周内发生上消化道出血(可为隐性或显性出血)时应高度怀疑 SRMD,应高度重视 SRMD 的预防和治疗。

SRMD 预防措施的核心是减轻围手术期的应激反应,包括损伤控制、微侵袭技术和药物干预等的综合应用。建议尽量去除围手术期 SRMD 的危险因素,减轻手术应激反应。药物预防的目标是控制胃内 pH \geq 4。质子泵抑制剂(如艾司奥美拉唑、奥美拉唑等)和 H_2 受体阻滞剂(如法莫替丁等)是主要的预防用药。早期给予肠内营养可增加胃肠道黏膜的血流量,是预防 SRMD 的有效措施之一^[33]。

一旦发生 SRMD 出血,建议积极治疗原发病,同时立即采取各种措施控制出血:(1)输血、补液,维持患者的血流动力学稳定。(2)迅速提高胃内 pH 值(pH \geq 6),以促进血小板聚集和防止血栓溶解。(3)推荐使用质子泵抑制剂,视情况可联合应用生长抑素类药物和止血药物。(4)如病情许可,建议立即行消化道内镜检查并施行内镜下止血治疗,若仍不能有效控制者,建议行介入或手术治疗。(5)在出血停止后,建议继续应用抑酸药物和黏膜保护剂。

(十)PONV 的术后管理

1. PONV 的预防: PONV 的发生涉及呕吐中枢、化学触发带、神经信号通路及神经递质等。因此,建议使用多模式策略预防 PONV,并针对导致 PONV 发生的各个环节采取相应的预防措施,包括降低基线风险、药物预防及非药物预防等。

降低基线风险的措施包括维持适度的麻醉深度和足够的器官灌注,减少术中和术后阿片类药物的使用,避免使用挥发性麻醉药物及 N_2O ,避免颅内高压和头位过低^[14]。

预防 PONV 的药物主要作用于呕吐中枢和化学触发带,常用防治 PONV 的药物包括 5-HT₃ 受体拮抗剂(昂丹司琼、托烷司琼、格拉司琼、帕洛诺司琼)、糖皮质激素(地塞米松、甲基强的松龙)、抗组胺药物、抗胆碱能药物、丁酰苯类药物、NK-1 受体拮抗剂(阿瑞匹坦、卡索匹坦)。其中,5-HT₃ 受体拮抗剂和糖皮质激素的不良反应较少,推荐为预防 PONV 的一线用药。抗胆碱能药物、抗组胺药物、丁酰苯类药物因为具有镇静作用,影响术后神经认知功能的评价,不推荐在神经外科手术后一线使用,但需结合患者的病情及药物的不良反应综合考虑应用^[34]。

目前,尚未发现单一使用能有效预防 PONV 发生的药物,因此,PONV 的预防推荐不同作用机制的药物复合应用,其效果优于单一用药。对于低、中危患者,推荐使用 1~2 种止吐药物;对于高危患者,推荐使用 2 种及 2 种以上药物组合。此外,临床实践证明,以内关穴为主配合合谷、足三里等穴位刺激,可有效减少 PONV 的发生,此方法联合止吐药物应用效果更佳^[35]。

2. PONV 的治疗: PONV 的治疗原则是提前预测高危人群,尽早联合用药,并做好气道保护。一旦发生 PONV,需立即清除口腔及气道内的呕吐物或分泌物,保持气道通畅,防止呕吐物误吸造成吸入性肺炎;必要时需紧急进行气管插管,清除气道内的呕吐物,甚至行肺灌洗治疗,并给予吸氧、解痉平喘、抗感染等治疗。PONV 对颅内压的影响不容忽视,发生后需检查神经功能状况,密切监测血气及胸肺部影像,维持患者的呼吸和循环稳定。

此外,还需排除导致 PONV 发生的可能诱发因素,如未采用 PONV 预防措施,建议使用 5-HT₃ 受体拮抗剂治疗 PONV;其他治疗方法包括地塞米松、小剂量氟哌啶醇。若已使用 5-HT₃ 受体拮抗剂预防,术后 4 h 内出现 PONV,考虑患者对该预防药物无

效,需更换药物;若术后 6 h 后出现 PONV,考虑预防用药有效,可再次使用^[36]。但长效止吐药物如地塞米松、阿瑞匹坦、帕洛诺司琼不应重复使用。

(十一)术后管道管理(消化道、呼吸道、尿道等)

1. 管道管理原则:选择性应用各类导管,尽量减少使用或尽早拔除,有助于降低感染等并发症的发生,并减少使用管道对患者术后活动、心理和情绪可能造成的影响。

2. 管道管理建议:(1)手术完成后建议患者回到病房前即拔除气管插管,以缓解患者及亲属的紧张情绪。(2)麻醉清醒后 6 h 即可拔除导尿管,留置尿管的时间不应超过 24 h,早期拔除尿管可减轻患者尿路刺激引起的疼痛和烦躁,减少泌尿系统感染的风险。(3)对于外周静脉留置针、中心静脉导管、动脉导管等各类血管内导管,应每日进行评估,定期更换敷料,尽早拔除^[37]。(4)神经外科手术后不推荐常规使用鼻胃管及胃肠减压器,仅在发生胃排空延迟、无法自主进食、吞咽功能障碍时选择性使用,建议应用洼田饮水试验进行留置鼻胃管等必要性的评估^[38]。(5)留置术区引流管是导致术后颅内感染的相关因素,还可影响患者术后早期下床活动,延长住院时间。推荐在术中彻底止血后,仅在手术创面存在再出血、术后梗阻性脑积水、硬膜下积液、切口愈合不良等高风险时才个体化地留置术区引流管。同时,对于所留置的引流管,建议每日评估、加强护理,尽量在短时间内(建议术后 <48 h)拔除,以免增加术后颅内感染的风险。(6)实施脑脊液外引流术[脑室外引流术和(或)腰大池外引流术]时,应严密监测患者的意识、瞳孔、神经功能障碍的程度;记录引流液的性状、引流量和引流速度;观察引流管的状况,避免发生堵管或脱管、过度引流等风险。脑脊液外引流术的持续时间为 7~10 d,一般不超过 2 周,在达到引流目的后,应尽早拔除,以降低感染的风险^[39]。

(十二)神经康复治疗

1. 术后康复的最佳措施是早期下床活动:患者麻醉清醒后,经医护人员评估,即可进行早期床上活动,如下肢屈曲、踝泵运动、抬臀、翻身等肢体功能锻炼,以提高患者的机体耐受性。术后第 1 天,由医护人员评估后指导患者在床上端坐、床旁坐起、床旁站立活动,可协助患者下床活动。根据患者的自身状况逐渐增加活动量,并制定量化目标,在活动期间由医护人员或家属全程陪护,以保证患者的安全。早

期康复治疗需要充分宣教、适当镇痛以及早期拔除各类引流管等多项措施的协同管理,同时更需要患者的积极配合^[40]。

2. 神经功能障碍的康复措施:(1)肢体运动功能障碍的康复措施包括运动想象疗法、镜像疗法、功能性电刺激、重复经颅磁刺激、肌电生物反馈疗法、康复机器人和虚拟现实技术等^[41-42]。(2)语言功能障碍的康复措施包括仪器辅助下的语言功能康复(如利用重复经颅磁刺激仪和脑反射仪等设备配合常规康复方法)、针刺联合康复治疗、音乐疗法等^[43]。(3)脑神经功能障碍的康复措施包括运动想象结合镜像疗法、功能性电刺激、重复经颅磁刺激、肌电生物反馈疗法及传统的中医针灸治疗、耳针治疗等^[44-45]。

四、出院标准及随访

(一)出院标准

患者出院的基本标准包括:恢复固体饮食;无需液体治疗;口服镇痛药物可良好止痛;伤口愈合良好,无感染迹象;器官功能状态良好,可自由活动。应特别强调,缩短住院时间及早期出院并非是 ERAS 的最终目的,应结合患者的病情及术后恢复情况,制定个体化的出院标准。

(二)随访

针对 ERAS 患者应加强出院后的随访和监测。出院后 24~48 h 内应常规对患者进行电话随访,包括出院后指导、疼痛评估、伤口护理、出院后并发症的监测。术后 30 d,患者应至门诊回访,回访内容包括伤口的生长状况、查询病理学检查结果、制定后续治疗计划,需重点关注出院后出现的并发症及再次住院事件。随访过程中对可能的并发症应有所预料和警惕,建立“绿色通道”,随时满足患者因并发症而再次入院的需求^[2]。

目前,神经外科 ERAS 的研究应用仍在起步阶段,大多数 ERAS 的实操原则仍借鉴其他学科的证据支持。随着微侵袭理念及技术的逐步推广,ERAS 管理流程可以在许多神经外科手术中开展,由于神经外科疾病种类的处理原则存在较大差异,在具体临床实践过程中,需秉持“安全第一”的基本原则,结合患者的病情、手术方式、医院及团队的实际状况,为患者定制个体化的 ERAS 实施方案,以提高患者围手术期管理的质量和效率,避免简单、机械地套用 ERAS 方案。

名誉主任委员 王任直(中国医学科学院北京协和医院)

主任委员 江涛(首都医科大学附属北京天坛医院,北京市神经外科研究所)

副主任委员(按姓氏汉语拼音排序) 曹勇(首都医科大学附属北京天坛医院)、蒋传路(哈尔滨医科大学附属第二医院)、康德智(福建医科大学附属第一医院)、刘志雄(中南大学湘雅医院)、马文斌(中国医学科学院北京协和医院)、屈延(空军军医大学唐都医院)、孙晓川(重庆医科大学附属第一医院)、王汉东(解放军东部战区总医院)、吴劲松(复旦大学附属华山医院)、杨学军(天津医科大学总医院)、尤永平(江苏省人民医院)、余新光(解放军总医院第一医学中心)、张建民(浙江大学附属第二医院)

委员(按姓氏汉语拼音排序) 白红民(解放军南部战区总医院)、陈春美(福建医科大学附属协和医院)、陈谦学(武汉大学人民医院)、窦长武(内蒙古医科大学附属医院)、冯华(陆军军医大学西南医院)、贺世明(西安国际医学中心)、洪涛(南昌大学第一附属医院)、侯立军(海军军医大学长征医院)、吉宏明(山西省人民医院)、姜中利(首都医科大学附属北京天坛医院)、蒋晓帆(空军军医大学西京医院)、李刚(山东大学齐鲁医院)、李良(北京大学第一医院)、李蕴潜(吉林大学第一医院)、刘献志(郑州大学第一附属医院)、刘云会(中国医科大学附属盛京医院)、马春晓(河南省人民医院)、闵苏(重庆医科大学附属第一医院)、明健光(哈尔滨医科大学附属第二医院)、牟永告(中山大学附属肿瘤医院)、牛朝诗(安徽省立医院)、潘亚文(兰州大学第二医院)、庞琦(山东省立医院)、漆松涛(南方医科大学南方医院)、万锋(华中科技大学同济医学院附属同济医院)、王樑(空军军医大学唐都医院)、吴安华(中国医科大学附属第一医院)、夏鹤春(宁夏医科大学总医院)、夏之柏(中山大学附属第一医院)、徐建国(四川大学华西医院)、于如同(徐州医科大学附属医院)、詹仁雅(浙江大学附属第一医院)、张鸿祺(首都医科大学宣武医院)、张剑宁(解放军总医院第一医学中心)、张晓华(上海交通大学附属仁济医院)、祝新根(南昌大学第二附属医院)

秘书长 王樑(空军军医大学唐都医院)

编写秘书(按姓氏汉语拼音排序) 陈春美(福建医科大学附属协和医院)、邓萌(复旦大学附属华山医院)、丁晨宇(福建医科大学附属第一医院)、刘磊(解放军总医院第一医学中心)、茅磊(解放军东部战区总医院)、潘灏(解放军东部战区总医院)、王景(空军军医大学唐都医院)、王裕(中国医学科

学院北京协和医院)、王元(空军军医大学唐都医院)、翁建聪(首都医科大学附属北京天坛医院)、熊秋菊(重庆医科大学附属第一医院)、徐丹(重庆医科大学附属第一医院)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation[J]. Br J Anaesth, 1997,78(5): 606-617. DOI: 10.1093/bja/78.5.606.
- [2] 陈凛,陈亚进,董海龙,等.加速康复外科中国专家共识及路径管理指南(2018版)[J].中国实用外科杂志,2018,38(1): 1-20. DOI:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.01.01.
- [3] Wang Y, Liu B, Zhao T, et al. Safety and efficacy of a novel neurosurgical enhanced recovery after surgery protocol for elective craniotomy: a prospective randomized controlled trial[J]. J Neurosurg, 2018;1-12. DOI: 10.3171/2018.1.JNS171552.
- [4] Liu B, Liu S, Wang Y, et al. Neurosurgical enhanced recovery after surgery (ERAS) programme for elective craniotomies: are patients satisfied with their experiences? a quantitative and qualitative analysis[J]. BMJ Open, 2019,9(11): e028706. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-028706.
- [5] Jung KH, Kim SM, Choi MG, et al. Preoperative smoking cessation can reduce postoperative complications in gastric cancer surgery[J]. Gastric Cancer, 2015,18(4):683-690. DOI: 10.1007/s10120-014-0415-6.
- [6] Weimann A, Braga M, Carli F, et al. ESPEN guideline: clinical nutrition in surgery[J]. Clin Nutr, 2017,36(3):623-650. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.02.013.
- [7] 王磊,樊星,梁树立.《成人弥漫性胶质瘤相关癫痫临床诊疗指南》解读[J].中华神经外科杂志,2019,35(10):976-980. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2019.10.002.
- [8] Liang S, Fan X, Zhao M, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of adult diffuse glioma-related epilepsy[J]. Cancer Med, 2019,8(10):4527-4535. DOI: 10.1002/cam4.2362.
- [9] Rinaldo L, Brown DA, Bhargav AG, et al. Venous thromboembolic events in patients undergoing craniotomy for tumor resection: incidence, predictors, and review of literature[J]. J Neurosurg, 2019,132(1):10-21. DOI: 10.3171/2018.7.JNS181175.
- [10] Goebel S, Mehdorn HM. Assessment of preoperative anxiety in neurosurgical patients: Comparison of widely used measures and recommendations for clinic and research[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2018,172:62-68. DOI: 10.1016/j.clineuro.2018.06.036.
- [11] 车国卫,吴齐飞,邱源.多学科围手术期气道管理中国专家共识(2018版)[J].中国胸心血管外科临床杂志,2018,25(6): 1-5. DOI:10.7507/1007-4848.201804082.
- [12] Tsaousi GG, Logan SW, Bilotta F. Postoperative pain control following craniotomy: a systematic review of recent clinical literature[J]. Pain Pract, 2017,17(7):968-981. DOI: 10.1111/papr.12548.
- [13] Apfel CC, Lärä E, Koivuranta M, et al. A simplified risk score for predicting postoperative nausea and vomiting: conclusions from cross-validations between two centers[J]. Anesthesiology, 1999, 91(3):693-700. DOI: 10.1097/0000542-199909000-00022.
- [14] Gan TJ, Diemunsch P, Habib AS, et al. Consensus guidelines for the management of postoperative nausea and vomiting[J]. Anesth Analg, 2014, 118(1): 85-113. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000002.
- [15] Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration;

- application to healthy patients undergoing elective procedures; an updated report by the American Society of Anesthesiologists task force on preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration [J]. *Anesthesiology*, 2017, 126(3):376-393. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001452.
- [16] American Geriatrics Society Expert Panel on Postoperative Delirium in Older Adults. American Geriatrics Society abstracted clinical practice guideline for postoperative delirium in older adults[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2015, 63(1):142-150. DOI: 10.1111/jgs.13281.
- [17] Akhigbe T, Zolnourian A. Use of regional scalp block for pain management after craniotomy: review of literature and critical appraisal of evidence [J]. *J Clin Neurosci*, 2017, 45:44-47. DOI: 10.1016/j.jocn.2017.08.027.
- [18] 中国医师协会神经外科分会神经电生理监测专业委员会. 中国神经外科术中电生理监测规范(2017 版) [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(17):1283-1293. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.17.002.
- [19] 中国脑胶质瘤协作组, 中国医师协会脑胶质瘤专业委员会. 唤醒状态下切除脑功能区胶质瘤手术技术指南(2018 版) [J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2018, 23(8):383-388, 后插 1-后插 4 页.
- [20] 江涛, 陈新忠, 谢坚, 等. 功能区胶质瘤的术中直接电刺激判断核心手术技术 [J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2005, 10(4):148-150.
- [21] Berger M, Schenning KJ, Brown CH, et al. Best practices for postoperative brain health: recommendations from the fifth international perioperative neurotoxicity working group [J]. *Anesth Analg*, 2018, 127(6):1406-1413. DOI: 10.1213/ANE.0000000000003841.
- [22] Schlöglhofer T, Gilly H, Schima H. Semi-invasive measurement of cardiac output based on pulse contour: a review and analysis [J]. *Can J Anaesth*, 2014, 61(5):452-479. DOI: 10.1007/s12630-014-0135-8.
- [23] Silverman A, Kodali S, Strander S, et al. Deviation from personalized blood pressure targets is associated with worse outcome after subarachnoid hemorrhage [J]. *Stroke*, 2019, 50(10):2729-2737. DOI: 10.1161/STROKEAHA.119.026282.
- [24] Ruggieri F, Beretta L, Corno L, et al. Feasibility of protective ventilation during elective supratentorial neurosurgery: a randomized, crossover, clinical trial [J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2018, 30(3):246-250. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000442.
- [25] Yi J, Zhan L, Lei Y, et al. Establishment and validation of a prediction equation to estimate risk of intraoperative hypothermia in patients receiving general anesthesia [J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1):13927. DOI: 10.1038/s41598-017-12997-x.
- [26] 薛跃华, 吴亚萍, 周小萍. 神经外科清洁手术预防用药及手术部位感染分析 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2015, 25(6):1294-1295. DOI: 10.11816/cn.ni.2015-135563.
- [27] 赵继宗. 微创神经外科学中的转化医学理念 [J]. *中华医学杂志*, 2009, 89(3):145-145. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2009.03.001.
- [28] Li L, Wang Y, Li Y, et al. Role of molecular biomarkers in glioma resection: a systematic review [J]. *Chin Neurosurg J*, 2020, 6(1):136. DOI: 10.1186/s41016-020-00198-x.
- [29] Bilotta F, Caramia R, Paoloni FP, et al. Safety and efficacy of intensive insulin therapy in critical neurosurgical patients [J]. *Anesthesiology*, 2009, 110(3):611-619. DOI: 10.1097/ALN.0b013e318198004b.
- [30] Chibbaro S, Cebula H, Todeschi J, et al. Evolution of prophylaxis protocols for venous thromboembolism in neurosurgery: results from a prospective comparative study on low-molecular-weight heparin, elastic stockings, and intermittent pneumatic compression devices [J]. *World Neurosurg*, 2018, 109:e510-e516. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.10.012.
- [31] Ganau M, Prisco L, Cebula H, et al. Risk of deep vein thrombosis in neurosurgery: state of the art on prophylaxis protocols and best clinical practices [J]. *J Clin Neurosci*, 2017, 45:60-66. DOI: 10.1016/j.jocn.2017.08.008.
- [32] Qaseem A, Snow V, Fitterman N, et al. Risk assessment for and strategies to reduce perioperative pulmonary complications for patients undergoing noncardiothoracic surgery: a guideline from the American College of Physicians [J]. *Ann Intern Med*, 2006, 144(8):575-580. DOI: 10.7326/0003-4819-144-8-20060-4180-00008.
- [33] Barletta JF, Mangram AJ, Sucher JF, et al. Stress ulcer prophylaxis in neurocritical care [J]. *Neurocrit Care*, 2018, 29(3):344-357. DOI: 10.1007/s12028-017-0447-y.
- [34] Wig J, Chandrashekarappa KN, Yaddanapudi LN, et al. Effect of prophylactic ondansetron on postoperative nausea and vomiting in patients on preoperative steroids undergoing craniotomy for supratentorial tumors [J]. *J Neurosurg Anesthesiol*, 2007, 19(4):239-242. DOI: 10.1097/ANA.0b013e3181557471.
- [35] Yang J, Jiang Y, Chen Y, et al. Acupressure the PC6 point for alleviating postoperative nausea and vomiting: a systematic review protocol [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(33):e16857. DOI: 10.1097/MD.00000000000016857.
- [36] Kovac AL, O'Connor TA, Pearman MH, et al. Efficacy of repeat intravenous dosing of ondansetron in controlling postoperative nausea and vomiting: a randomized, double-blind, placebo-controlled multicenter trial [J]. *J Clin Anesth*, 1999, 11(6):453-459. DOI: 10.1016/s0952-8180(99)00067-7.
- [37] 中国加速康复外科专家组. 中国加速康复外科围手术期管理专家共识(2016) [J]. *中华外科杂志*, 2016, 54(6):413-418. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.06.004.
- [38] Taylor BE, McClave SA, Martindale RG, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) [J]. *Crit Care Med*, 2016, 44(2):390-438. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001525.
- [39] 中华医学会神经外科学分会, 中国神经外科重症管理协作组. 神经外科脑脊液外引流中国专家共识(2018 版) [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(21):1646-1649. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.21.005.
- [40] 赵彬芳, 贺世明, 王元, 等. 加速康复外科在脑胶质瘤患者围术期护理中的应用 [J]. *中华现代护理杂志*, 2018, 24(12):1454-1457. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2018.12.023.
- [41] Sakai K, Ikeda Y. Clinical assessment of motor imagery and physical function in mild stroke patients [J]. *J Phys Ther Sci*, 2019, 31(12):992-996. DOI: 10.1589/jpts.31.992.
- [42] 江涛, 王引言, 方晟宇. 全面解析运动功能网络的拓扑性质与保护机制 [J]. *中华神经外科杂志*, 2020, 36(2):109-111. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2020.02.001.
- [43] 王引言, 方晟宇, 李连旺, 等. 重复经颅磁刺激治疗脑胶质瘤术后运动功能障碍的临床分析(附五例报告) [J]. *中华神经外科杂志*, 2020, 36(5):458-462. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20200217-00063.
- [44] Robinson MW, Baiungo J. Facial rehabilitation: evaluation and treatment strategies for the patient with facial palsy [J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2018, 51(6):1151-1167. DOI: 10.1016/j.otc.2018.07.011.
- [45] 余汉辉, 周东, 侯庆石. 脑肿瘤患者认知功能障碍研究概况 [J]. *中华神经外科杂志*, 2013, 29(12):1288-1290. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2013.12.035.

(收稿:2020-07-16 修回:2020-08-19)

Q2xvdWRW (本文编辑:刘岩红)