

天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准 操作程序的建立与应用

陈国立,陈哲颖,王淑容,涂志朋,黄一乐,周亚芬

Establishment and application of operating room nursing standards for TIANJI orthopedic surgical robot-assisted spine surgery Chen Guoli, Chen Zheyang, Wang Shurong, Tu Zhipeng, Huang Yile, Zhou Yafen

摘要:目的 建立天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序,并探讨其在临床中的应用效果。**方法** 选择2019年7月至2020年6月行机器人辅助脊柱手术患者112例作为对照组,实行常规围术期护理措施。2020年7月至2021年6月的132例患者作为观察组,按照标准操作程序进行围术期护理。比较两组患者手术体位安置用时,机器人使用时间,围术期意外事件发生率及医生满意度。**结果** 对照组术前体位安置所需时间、机器人使用时间及机器人运行意外事件发生率显著短于或低于对照组,医生满意度显著高于对照组(均 $P<0.05$)。**结论** 天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序的建立有效规范了手术室护士的护理行为,可提升手术室工作效率与护理质量。

关键词:骨科机器人; 脊柱手术; 护理; 标准操作程序

中图分类号:R472.3 **文献标识码:**B **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2022.14.056

脊柱解剖结构复杂,周围毗邻重要血管神经,后路椎间盘切除减压联合椎弓根钉内固定术是治疗脊柱疾病最常见的方式之一。传统脊柱外科徒手置钉往往依赖于术者的经验,术者学习曲线长,一次性置钉成功率难以保证,反复调整置钉位置会导致内固定系统稳定性下降,甚至造成脊髓神经损伤等严重并发症^[1]。天玑骨科机器人是由我国自主研发的将计算机导航技术与机器人技术结合在一起的手术机器人,其可完成四肢、骨盆、脊柱等多种骨科手术,在脊柱外科手术中,术者可以通过患者即时脊柱三维图像进行置钉规划,在机械臂的指引下精准置入椎弓根螺钉。研究表明,天玑骨科机器人可显著提高置钉的准确性与手术安全性^[2-3]。护理标准操作程序(Standard Operation Procedure, SOP)是一种工作流程的标准化,是组织内部将日常反复性的操作以书面统一的格式描述出来,目前已

被广泛应用于临床护理操作当中^[4]。我院自2018年引进天玑骨科机器人,目前已完成机器人辅助脊柱手术超过600台次,机器人辅助脊柱手术需要脊柱外科医生、手术室护士、麻醉医生的默契配合,本研究通过专家咨询,查阅相关文献并结合自身经验制定了天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序,应用于机器人辅助脊柱手术中取得良好的效果,报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入标准:符合脊柱椎弓根螺钉内固定术指征;意识清楚无智力障碍;无严重系统性疾病;完全知情同意后自愿参加。排除标准:有严重骨质疏松;椎弓根发育畸形。选取2019年7月至2020年6月于我院行机器人辅助脊柱手术的患者112例作为对照组,2020年7月至2021年6月132例作为观察组。两组患者一般资料比较,见表1。

表1 两组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI ($\bar{x} \pm s$)	手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	麻醉时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	术中出血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)
		男	女					
对照组	112	67	45	58.35±8.59	20.35±2.46	186.27±40.59	211.35±16.37	165.41±21.41
观察组	132	73	59	59.08±9.34	21.02±1.49	172.26±38.81	197.64±25.66	157.45±16.63
t/χ^2		0.506		3.472	1.258	5.277	-1.331	-0.832
P		0.477		0.865	0.136	0.736	0.557	0.431

组别	例数	疾病种类(例)						置入螺钉 总数目(枚)	平均置入螺钉 数目($\bar{x} \pm s$)
		脊柱骨折	腰椎间盘突出	椎管狭窄	胸腰椎滑脱	脊柱侧弯	脊柱肿瘤		
对照组	112	17	66	9	7	8	5	663	5.92±1.33
观察组	132	22	68	13	8	15	6	758	5.74±0.95
t/χ^2				2.061				—	-0.248
P				0.841				—	0.073

作者单位:上海交通大学医学院附属仁济医院手术室(上海,200127)
陈国立:男,本科,护士
通信作者:陈哲颖,chenzheyang@renji.com
收稿:2022-01-07;修回:2022-04-20

1.2 方法
1.2.1 天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序的建立
1.2.1.1 成立天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标

准操作程序专家小组 专家小组成员共 10 名,包括脊柱外科医生 2 名,麻醉医生 1 名,护士长 1 名,脊柱机器人专科组成员 5 名,天玑骨科机器人临床工程师 1 名。由护士长担任组长,负责项目的协调策划与监督指导;机器人专科组成员与临床工程师负责护理标准程序的编写;脊柱外科医生、麻醉医生与机器人专科组成员共同负责护理标准程序的制定和实施,项目数据的收集与分析。

1.2.1.2 构建天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标

表 2 天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序

术前准备	仪器设备准备	1. 腰椎手术常规器械包,外来内固定器械及植入物,机器人配套冷消毒器械,机器人配套热消毒器械(冷消毒器械与热消毒器械编号一致) 2. 一次性使用无菌物品,骨科空心动力钻,机器人专用导针(长度>40 cm,直径=1.5 mm),机械臂无菌罩,C 臂机无菌套,高速动力磨钻或超声骨刀 3. 全碳纤维手术床及配套组件:搁手板,髌托,胸托,悬吊带,Mayfield 头架,头钉,硅胶头圈,流体减压垫 4. 天玑机器人系统:机器人光学追踪器,主控机台,机械臂 5. 3D-C 臂机
	手术房间布局	1. 患者取俯卧位,所有仪器设备均参照患者俯卧位时放置 2. 光学追踪器置于患者头部正中,麻醉机器位于患者头端左侧,主控机台位于患者头端右侧与床头呈 30~45°夹角,3D-C 臂机位于患者右侧,机械臂位于患者右侧尾端与床尾呈 45°夹角,护士器械台位于患者左侧
	患者体位安置	1. 颈椎后路手术:患者于转运床上完成麻醉穿刺及气管插管固定,麻醉医生保护患者头部,手术医生与巡回护士配合完成轴线翻身,患者头部用 Mayfield 头架颅钉固定,胸部采取髌托两点式支撑,双手固定于身体两侧,腹部置于手术床专用悬吊带,使得腹部充分悬空,双膝跪于中凹形膝盖垫,小腿放置于斜坡垫使得足尖悬空 2. 颈胸段后路手术:患者双手前伸置于两侧搁手板上,双侧搁手板较手术床平面低 15 cm,其余同颈椎后路手术 3. 腰椎后路手术:患者头部俯卧于马镫型硅胶头圈内,双手前伸呈环抱式置于头端,胸部用胸托支撑,双侧髌骨两点式置于髌托上,双膝跪于中凹型膝盖垫,小腿放置于斜坡垫使得足尖悬空 注意:患者体位安置完成后去除透视范围内各种金属导线、管道、电极片等
	术中配合	1. 术前注册:巡回护士术前连接好所需仪器设备,在主控机台输入患者信息与机器人配套器械编号进行注册 2. 器械护士配合:器械护士提前 20 min 刷手,整理无菌台,检查器械完整性,协助医生消毒铺巾;手术开始后妥善固定各种管路,与巡回护士配合安装机械臂无菌罩与 C 臂机套;再次核对器械编号与机器人注册号,将机械臂示踪器妥善安装于机械臂末端,定位标尺与机械臂示踪器连接;待患者棘突暴露完成后递棘突夹妥善固定在棘突上,递患者示踪器连接棘突夹,递 T 型扳手锁紧 3. 巡回护士配合:巡回护士首先将手术床升高至可透视高度,将机械臂设置为右侧展开位,推到指定位置后落地锁定,待定位标尺置入手术切口后透视正位片与侧位片各一张,确保定位标尺 5 个标记点均在透视野范围内后协助进行患者脊柱三维图像采集,采集完成后将数据上传至主控机台,根据术者要求在三维图像矢状位上选择手术节段,横断位上选择置钉点、螺钉方向、长度、直径,使其对应在椎弓根理想位置,依次完成各节段规划 4. 器械护士配合:协助拆卸定位标尺,安装导向器于机械臂末端,与巡回护士确认每一枚空心螺钉的长度,将导针安装于骨科动力钻,使导针预留长度减去导向器长度比螺钉少 1 cm,机械臂自动运行到位后,递导向套筒安装于导向器中,递导针,将导针置入后,妥善固定,重复以上操作,置入全部导针并妥善固定。透视确认导针位置后置入相应的椎弓根螺钉,再根据患者病情需要配合完成减压,上棒等操作 注意:①术中时刻提醒手术医生切勿触碰患者示踪器,手术床高度勿调节;②为减小呼吸幅度对置钉的影响,置钉过程中建议麻醉医生调整潮气量为 300 mL;③患者脊柱三维图像单次采集最大范围为 5 个椎体,如手术范围超过 5 个椎体需行多次采集
术后管理	仪器设备管理	1. 机器人使用完毕后,器械护士初步清除器械上的血迹,将机器人配套器械妥善放置于器械盒中,导航球避免挤压碰撞磨损,手术结束后,器械护士与清洗间工作人员进行妥善交接 2. 使用完毕后,巡回护士保存患者相关数据并做好记录,将机器人机械臂回收至折叠位后放置于指定位置,整理好导线,防止导线扭曲杂乱 3. 在机器人使用登记本上做使用登记,定期维护与保养 4. 记录每一次意外事件的发生经过,做好根因分析,若术中机器人出现故障,可联系工程师远程操控排除故障
	患者安全管理	1. 患者体温管理:手术间温度控制在 23~25℃,术前患者给予 20 min 以上的预保温,术中给予充气式加温毯维持患者正常体温,进行持续性体温监测,根据患者实施体温数据动态调节加温毯温度与风速参数 2. 患者压力性损伤预防:保持床单位平整干燥,肢体与体位垫接触受压部位给予流体垫减压,保证患者各管路未受压,避免医疗器械相关压力性损伤

1.2.2 天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序的实施 标准操作程序制定后,由专科组员负责标准操作程序的对照实施。具体实施方法为,在仪器

准操作程序 通过查阅相关文献结合自身经验,小组讨论后确立术前准备、术中配合、术后管理三阶段组织架构,细分为仪器设备准备、手术环境布局、患者体位安置、器械护士和巡回护士术中配合、仪器设备管理、患者安全管理 6 项主工作流程,针对每一项工作流程中的关键控制点进行细化和量化,不断实践总结,最终形成天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序表(见表 2)。

设备准备方面,参照标准操作流程设计天玑骨科机器人辅助脊柱手术用物准备点检表,专科组员参考点检表进行仪器设备准备,逐项清点确认,确保用物准备

准确全面;在手术房间布局方面,对天玑骨科机器人手术间实行精细化管理,在仪器设备术中应当所处位置的地板处设置标记,手术室护理人员在手术开始前根据手术类型将仪器设备摆放至指定标记位置;在患者体位安置方面,首先采取理论授课的方式对专科组员进行培训,由专科组长对机器人辅助脊柱手术体位安置的原则、方式、疑难点进行理论授课,其次组织专科组员参照标准操作程序进行真人模拟体位安置,在体位安置过程中组员之间互相学习纠错,共同寻找最优化的体位安置方案,不断完善标准操作程序;在器械护士和巡回护士配合、患者安全管理、仪器设备管理方面,由护士长及骨科专科组长对脊柱机器人专科组成员进行培训与考核。培训分为理论知识与实践操作两部分,理论知识包括手术配合步骤、患者围术期低体温预防、围术期压力性损伤预防相关知识等;实践操作包括充气式加温毯的规范使用,骨科机器人专科器械使用处理等。理论与实践考核合格后方可参与标准操作程序的临床实施。

1.3 评价方法

1.3.1 手术体位放置用时 即麻醉诱导结束至体位完全放置完成所需时间,由研究人员利用手术房间计时器计时,获取每台手术患者体位安置时间。

1.3.2 机器人使用时间 即开始安放棘突夹至导针全部置入所需时间,由巡回护士利用手术房间计时器计时,获取每台手术置钉所需时间。

1.3.3 机器人运行意外事件发生率 在手术过程中机器人运行意外事件包括机器人数据采集失败,机器人螺钉规划失败,机器人置钉过程失败等。

1.3.4 医生满意度 每次手术结束后邀请医生(均为同一组医生)对整个手术过程进行整体性评价。评价内容分为手术物品准备满意度,手术体位安置满意度,手术配合满意度 3 个维度。手术物品准备满意度得分范围为 0~30 分,手术体位安置满意度得分范围为 0~30 分,手术配合满意度得分范围为 0~40 分,总体满意度得分范围为 0~100 分,得分越高表明医生满意度越高。

1.4 统计学方法 采用 SPSS22.0 软件行 *t* 检验、 χ^2 检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组体位安置用时、机器人使用时间、医生满意度比较 见表 3。

表 3 两组患者体位安置用时、机器人使用时间、

		医生满意度比较		$\bar{x} \pm s$
组别	例数	体位安置 用时(min)	机器人使用 时间(min)	医生满意度 (分)
对照组	112	15.46±2.37	27.16±6.83	74.47±7.66
观察组	132	9.25±1.74	20.14±5.61	95.43±6.46
<i>t</i>		2.178	-4.742	1.313
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.024

2.2 两组机器人运行意外发生率比较 对照组机器人运行意外发生 18 例(16.07%),观察组发生 5 例(3.79%),两组比较, $\chi^2=10.708,P=0.001$ 。

3 讨论

3.1 天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序的应用可提升手术室护理质量 良好的体位安置是骨科手术成功的前提条件,脊柱手术节段的不同,患者体位安置方式也会相应改变,患者体位安置不当不仅会影响术野的暴露,同时也会增加患者发生压力性损伤的风险^[5]。骨科机器人手术为了满足透视的要求,需要使用全碳纤维手术床及其配套组件,体位安置的方式也与传统开放脊柱手术不同,加之术中为了保持术野的稳定,提升置钉的准确性,禁止进行体位变换,致使术前患者体位的安置成为机器人手术成功的关键环节,往往耗费大量的时间^[6-7]。本研究建立的护理标准操作程序详细阐述机器人手术体位安置方法,在临床实施前通过理论授课向手术团队成员阐述体位安置的原则、方式及注意点,并通过真人模拟体位安置实训,使得手术团队成员能够熟练掌握不同类型脊柱手术标准体位放置人员分工与安置方法,显著缩短了机器人手术患者体位安置时间,并且通过流体减压垫的使用,预防患者压力性损伤的发生。患者围术期体温管理亦是手术室患者安全管理的重要内容,尤其是对于机器人辅助脊柱侧弯矫形等多节段手术,手术时间长,切口暴露大,术中失血多,维持患者围术期体温正常对于减少患者术后切口感染,凝血功能异常等并发症的发生率至关重要^[8-9]。因此对于机器人辅助脊柱手术,在维持室温,输血输液加温,冲洗液加温等常规护理措施基础上,均给予术前 20 min 以上的预保温,通过测温导尿管进行体温持续监测,根据患者实时体温动态调节充气式加温毯温度与风速参数,维持患者体温正常。标准操作程序的建立与应用,使得手术护理过程更加规范统一,手术团队配合更加默契和谐,大大提升了手术室护理质量与医生满意度。

3.2 天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序的应用可有效降低机器人运行意外事件发生率 骨科机器人具有灵敏度高、动作精细、运行平稳的特点,其为患者带来便利的同时,也对手术团队提出了更高的要求,骨科机器人的平稳运行离不开手术医生、麻醉医生和手术室护士全流程的密切配合^[10-12]。骨科手术的完成离不开各种手术器械,骨科机器人手术使用到的物品及仪器种类繁多,手术室护士术前用物准备遗漏,机器人专用冷消与热消器械的配套错误往往会导致手术进程延迟,本研究参照标准操作程序,设计了骨科机器人辅助脊柱手术用物准备点检表,通过逐项勾选确认的方法,保证了手术所需用物的准确全面。在数据采集建立患者

脊柱三维图像的过程中,手术床遮挡,棘突夹移动,示踪器松动等会导致数据采集失败,在置钉过程中,机械臂未落地锁定,机械臂移动受限等会导致置钉位置偏移,以上任意一种意外事件的发生均会影响机器人脊柱手术的进程,延长置钉过程所需时间,甚至导致机器人手术中断,术中转为传统开放手术^[13-16]。本研究首先在仪器设备布局方面实行精细化管理,通过地面标识确定各仪器设备的规范位置,有效避免了手术床遮挡 C 臂机采集三维图像与机械臂运行受限等意外事件的发生率。同时护理标准操作程序可以将护理操作过程和步骤进行细化与量化,使护理操作流程内容具体、明确、步骤清晰,临床护士在实施过程中有章可循、有据可依^[3,17-18]。本研究通过标准操作程序详细阐述了机器人手术置钉的步骤及关键点,并通过理论授课与模拟实训的方式对手术团队成员进行培训,使器械护士与巡回护士能够明确机器人手术原理及步骤,可以针对手术过程预见性地提供所需手术物品,显著提升了手术配合的流畅度与医生的满意度。同时,本研究制定的标准操作程序,将手术流程中时刻提醒医生勿触碰患者示踪器及置钉过程中提醒麻醉医生减少潮气量等需要额外注意的关键环节进行标注,不仅能够有效地控制风险,规范手术团队的行为,而且可以降低骨科机器人手术团队的学习曲线,降低围术期意外事件的发生率,缩短置钉时间,提升手术室工作效率与护理质量。

4 小结

骨科手术机器人凭借其微创,精准,稳定等优势,在脊柱、四肢、骨盆、股骨颈、关节等骨科领域的应用会越来越多,尤其在复杂骨科手术中必然会扮演着越来越重要的角色,手术室护理管理者应当规范制定骨科机器人在各种骨科手术中的标准操作程序,通过理论授课、实践操作、工作坊、情景模拟教学等方式对手术室护士进行培训与考核,从而提升骨科机器人辅助手术手术室护理配合质量,保证围术期患者安全。天玑骨科机器人辅助脊柱手术护理标准操作程序的建立与应用使得机器人辅助脊柱手术护理规范化、标准化、程序化,有效规范了手术室护士的护理行为,缩短了手术室护士机器人辅助脊柱手术护理配合的学习曲线,降低围术期意外事件的发生率,有助于提升手术室护理质量与医生满意度。

参考文献:

[1] 李川,阮默,苏踊跃,等.手术机器人在骨科领域中的应用及发展[J].中华创伤骨科杂志,2021,23(3):272-276.
[2] 杨睿,李勇奇,张柯,等.天玑骨科机器人辅助椎弓根螺钉

置入的临床应用及体会[J].实用骨科杂志,2019,25(10):892-897.
[3] Gao S, Lv Z, Fang H. Robot-assisted and conventional freehand pedicle screw placement: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Eur Spine J,2018,27(4):921-930.
[4] 谢美莲,张志云.标准操作程序在我国护理专业实践中的研究进展[J].现代临床护理,2018,17(8):79-82.
[5] 赵丹,王志稳.骨科患者术中压力性损伤发生情况及危险因素研究[J].护理学杂志,2018,33(22):33-37.
[6] 凌武胆,潘艳芳,陈云超.骨科机器人辅助下行微创胸腰椎内固定术的效果和术中护理配合[J].广西医学,2021,43(12):1509-1512,1517.
[7] 李温霞,孙恒,徐星,等.蓝墨云班课联合仿真模拟用于新护士机器人辅助脊柱手术培训[J].护理学杂志,2020,35(11):9-12.
[8] 吴海燕,黄严金,王天天.预防骨科手术患者术中非计划低体温的最佳证据总结[J].临床护理杂志,2021,20(4):5-9.
[9] 徐旭,常乐,王倩.脊柱手术患者手术室期间综合保温处理对低体温、应激反应及并发症的影响[J].解放军医药杂志,2021,33(1):71-75.
[10] Ghasem A, Sharma A, Greif D N, et al. The arrival of robotics in spine surgery: a review of the literature[J]. Spine,2018,43(23):1670-1677.
[11] Zhang Q, Han X G, Xu Y F, et al. Robotic navigation during spine surgery[J]. Expert Rev Med Devices,2020,17(1):27-32.
[12] 张萌萌,赵丹,徐诚实,等.骨科机器人辅助下脊柱胸腰椎手术的护理配合[J].护士进修杂志,2020,35(11):1022-1024.
[13] 张成,李超,韩向东,等.骨科手术机器人临床应用综述[J].医疗卫生装备,2021,42(1):97-101.
[14] Tian W, Liu B, He D, et al. International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery. Guidelines for navigation-assisted spine surgery[J]. Front Med,2020,14(4):518-527.
[15] 杨倩倩,郭大为,王爽,等.“天玑”骨科手术机器人工作原理与质量控制检测[J].中国医学装备,2021,18(5):198-202.
[16] 章仁杰,申才良,张华庆,等.骨科机器人辅助胸腰椎椎弓根螺钉内固定位置不良原因分析[J].颈腰痛杂志,2019,40(5):577-582.
[17] 方继红,刘永,武凤芹,等.发育性髋关节脱位患儿围手术期护理标准流程的应用及效果研究[J].中华护理杂志,2017,52(9):1033-1037.
[18] 仇蓉,赵艳,胡慧玲,等.静脉治疗标准作业程序的编制与应用[J].护理学杂志,2020,35(3):46-48.

(本文编辑 钱媛)