

## 达芬奇机器人与腹腔镜直肠癌根治术的近期疗效对比研究

徐伟, 程海玉\*

贵州医科大学附属医院肛肠外科 贵州贵阳

**【摘要】目的** 对比分析评价腹腔镜与达芬奇机器人辅助下直肠癌根治术的近期疗效。**方法** 对贵州医科大学附属医院肛肠外科在2021年3月~2022年3月期间, 实施腹腔镜与达芬奇机器人辅助下直肠癌根治术的患者资料进行回顾性分析, 每组各50位患者, 综合对比不同组间的手术时长、出血量、手术清扫淋巴结数目、24 h C-反应蛋白术后水平、肛门术后恢复排气时间、术后尿管保留时长、腹腔引流管术后留置时长、手术后住院时长和手术并发症等指标间的差异。**结果** 两组直肠癌患者均顺利完成达芬奇机器人或腹腔镜直肠癌根治术, 腹腔镜组肿瘤长径0.9~2.2 cm; 距离肛缘的中位距离为7cm (5~12cm); 术后环周切缘均为阴性; 术中清扫淋巴结中位数14枚 (12~18枚)。机器人组肿瘤长径1.0~2.0 cm; 距离肛缘的中位距离为8cm (5~12cm); 术后环周切缘均为阴性; 术中清扫淋巴结中位数14枚 (12~17枚)。相比腹腔镜手术直肠癌患者, 机器人组直肠癌患者的手术出血量减少, 术后尿管留置时间减少、手术后24 h的C-反应蛋白水平减低, 差异存在统计学意义 ( $P<0.05$ )。腹腔镜组及机器人直肠癌患者, 手术时长、术中清扫淋巴结数目、肛门术后恢复排气时间、手术后开始进食流质饮食的时间、腹腔引流管术后留置时长、手术后住院时长、出现吻合口瘘和肠梗阻等其他并发症情况, 其差异间都无统计学意义 ( $P>0.05$ )。**结论** 相比腹腔镜直肠癌根治术, 达芬奇机器人直肠癌根治术出血量更少、术后炎症反应程度低、盆腔自主神经损伤更轻, 具有地域性推广应用的潜力。

**【关键词】** 直肠癌; 达芬奇机器人手术系统; 腹腔镜; 临床疗效

**【基金项目】** 贵州省科技厅科技支撑项目临床专项 (黔科合成果-LC[2020]032)

### Comparative study of short-term efficacy between Da Vinci robot and laparoscopic radical resection of rectal cancer

Wei Xu, Haiyu Cheng\*

Department of Rectal Surgery, Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou, China

**【Abstract】Objective** To compare and analyze the short-term efficacy of laparoscopic radical resection of rectal cancer and Da Vinci robotic radical resection of rectal cancer. **Methods** The clinical data of patients who underwent Da Vinci robotor laparoscopassistedradical resection of rectal cancer in our department from March 2021 to March 2022 were retrospectively analyzed. Compared with the operation time, intraoperative blood loss, number of lymph node dissection, postoperative 24h C-reactive protein, postoperative first flatus time, postoperative urinary catheter indwelling time, abdominal drainage tube indwelling time, postoperative hospital stay and postoperative complications between two groups. **Result** Both groups of rectal cancer patients successfully completed Da Vinci robot or laparoscopic radical resection of rectal cancer, the laparoscopic group of tumor diameter 0.9~2.2 cm; The median distance from the anal margin was 7cm (5-12cm).Postoperative circumferential margins were negative. The median number of lymph nodes dissected during the operation was 14 (12~18).The tumor diameter of the robot group was 1.0~2.0 cm. The median distance from the anal margin was 8cm (5-12cm).Postoperative circumferential margins were negative. The median number of lymph nodes dissected

\*通讯作者: 程海玉

during the operation was 14(12~17). The robot group had less intraoperative blood loss, shorter postoperative catheter indent time and lower C-reactive protein 24h after surgery, with statistical significance ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences between the two groups in operation time, number of lymph node dissection, time of first anal exhaust after surgery, time of indentation of abdominal drainage tube, time of postoperative recovery of liquid diet, time of postoperative hospital stay, occurrence of anastomotic fistula, intestinal obstruction and other complications ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** Compared with rectal cancer laparoscopic radical resection, Da Vinci robot radical resection of rectal cancer is safe and feasible, and has less intraoperative bleeding, less inflammatory reaction, and less pelvic autonomic nerve injury, which has the potential for regional promotion and application.

**【Keywords】** rectal cancer ; da Vinci robot surgery system ; laparoscopy ; clinical efficacy

消化系统恶性肿瘤中直肠癌占比最高, 直肠癌逐年上升的发病率与病死率, 发病年龄愈发低龄化<sup>[1]</sup>, 使其相关诊疗越来越受到重视。现阶段直肠癌根治性手术切除仍是核心的治愈手段, 可使患者获得较好的预后及较长的存活率<sup>[2-3]</sup>。直肠癌病变位置多位于盆底低位深处, 直肠癌周围组织包绕严密, 相比腹腔镜的直入观察操作, 达芬奇机器人操作与观察的角度可调性, 有助于克服直肠癌根治术中盆腔狭小难题, 从而取得相较腹腔镜直肠癌根治术更优的手术效果。外科医疗领域内的机器人应用, 已作为现代智慧化医疗巨大的进行而逐步向全国推广。贵州医科大学附属医院不断进行微创手术及达芬奇机器人手术的研修班, 已为省内 15 家市州医院腹腔镜方面的技术骨干推广机器人手术技能。系统化研究已有达芬奇机器人手术团队培养经验, 配合贵州医科大学附属医院 5G 新型手术实验室的支撑条件, 将有助于提炼达芬奇机器人直肠癌手术的可靠成果。本研究回顾性分析行腹腔镜或达芬奇机器人辅助下直肠癌根治手术的 100 例患者临床资料, 具体报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

两组直肠癌患者纳入标准: (1) 术前通过病理活检确认为直肠癌无误; (2) 肛缘到直肠癌瘤体下缘距离在 3~15 cm 内; (3) 术前通过结肠镜指示下观察证实直肠癌肿瘤未侵犯到患者肛管直肠环位置; (4) 具有腹部 CT、盆腔 MRI 等影像学检查证据证实, 直肠癌未发现肝、肺等远处转移情况; (5) 自术前至术后及门诊随访, 具有完整的临床病理与病理标本留存; (6) 术前已取得患者知情同意。

共纳入达芬奇机器人及腹腔镜直肠癌根治术患者各 50 例, 其中行腹腔镜直肠癌根治术的患者, 男

性 25 例, 女性 25 例, 年龄在 44~82 岁之间, 中位年龄 61 岁, 术后 TNM 分期 II 期 30 例, III 期 20 例; 行达芬奇机器人直肠癌根治术的患者, 男性 26 例, 女性 24 例, 年龄在 42~80 岁之间, 中位年龄 61 岁, 均有术后病理诊断: 术后 TNM 分期 II 期 35 例, III 期 15 例。

### 1.2 方法

满足排纳标准的患者, 所纳入直肠癌患者均为同一手术团队所主管与手术的患者, 手术团队人员具备达芬奇机器人培训合格证书, 并有大量的腹腔镜与达芬奇机器人手术经验。两组直肠癌患者手术前常规导尿。

行达芬奇机器人手术的直肠癌患者选用截石位, 保持相对头低脚高。中间入路, 设置下腹四孔, 在脐上 3cm 处与右侧 3cm 处进行 12mm trocar 打孔, 作为镜头孔; 选择右下腹麦氏点打孔并设置 8mm trocar 作为第一机械臂进入的操作孔, 可放置达芬奇机器人超声刀; 选择左下腹反麦氏点处设置操作孔, 上方 8cm 处设置助手孔, 术中助手可在此孔进行辅助冲洗、助力牵拽、吸引渗液等操作。手术中第一机械臂头侧牵拉直肠, 骶骨岬水平超声刀切开腹膜, 于 Toldt 间隙内向上游离, 分离肠膜下动脉根部并夹闭切断, 清扫直肠周围淋巴结及组织, 向下分离直肠, 同时保持盆筋膜脏层的完整性。分离结束后 12 mm 辅助孔切割闭合直肠远端, 切断乙状结肠, 小切口取肠管标本后病理送检。近端肠管置入吻合器钉座, 切口闭合后建立气腹, 镜头下肠管吻合。腹腔镜组直肠癌患者的手术操作均遵指南实施。

### 1.3 观察指标

①比较两组患者的术中指标: 包括手术总时间(手术切皮至手术全程结束完成缝皮, 包括术中调整机器人视角与操作的时间)、出血量、肿瘤切缘

情况、清扫淋巴结数量；②比较术后恢复指标：包括术后 24h 的 C-反应蛋白水平、肛门恢复排气的时间、尿管留置时长、患者手术后排便恢复情况、腹腔引流管留置时长、手术后住院时长；③术后并发症情况。

#### 1.4 统计方法

使用 SPSS 22.0 统计学软件进行数据分析与倾向性评分匹配。研究所收集计量资料统计后选择用均数±标准差 ( $\bar{x}\pm s$ ) 表示, 组间比较采用 t 检验, 有序分类资料组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验分析, 无序分类资料组间比较采用 Fisher 精确概率检验分析, 统计数据以  $P<0.05$  为标准, 表示差异存在统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 术中指标比较

两组直肠癌患者术后环周切缘均为阴性；腹腔镜组直肠癌患者肿瘤长径 0.9~2.2 cm, 距离肛缘的中位距离为 7cm (5~12cm), 术中清扫淋巴结中位数 14 枚 (12~18 枚)。机器人组直肠癌患者肿瘤长径 1.0~2.0 cm, 距离肛缘的中位距离为 8cm (5~12 cm), 术中清扫淋巴结中位数 14 枚 (12~17 枚)。

腹腔镜组与机器人组直肠癌患者的手术时长、清扫淋巴结数目对比, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

相较腹腔镜组, 机器人组直肠癌患者的手术出血量减少, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 见表 1。

### 2.2 术后恢复指标比较

与腹腔镜组相比之下, 机器人组直肠癌患者术后保留导尿管的时间更短, 机器人组直肠癌患者手术后 24h 的 C-反应蛋白水平较机器人组减低, 差异具有统计学意义 ( $P<0.05$ )。两组直肠癌患者肛门手术后首次排气时间、腹腔引流管留置时长、流质饮食恢复时间、手术后住院时长差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 见表 2。

### 2.3 术后并发症情况比较

机器人组与腹腔镜组相比, 两组间患者出现吻合口瘘和肠梗阻等其他并发症发生情况, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 见表 3。

## 3 讨论

Da Vinci 机器人手术系统因其摆脱了一定程度的视野束缚, 解放了双手疲劳度同时提高手术精准度, 成为机器人手术史上的重要里程碑<sup>[4]</sup>。随着达芬奇机器人手术系统的疗效得到认可, 被批准应用于成人和儿童手术。诸多国家、地区已陆续展开外科疾病的机器人辅助手术治疗, 伴随机器人手术例数的增加, 不断提升了机器人的研发与技术水平的革新<sup>[5]</sup>。

表 1 机器人组与腹腔镜组术中指标的比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

术中临床指标	腹腔镜组	机器人组	t 值	P 值
手术时间 (min)	144.6 ± 36.2	154.7 ± 38.6	3.480	0.571
术中出血量 (ml)	172.4 ± 63.8	119.2 ± 42.1	2.813	0.027*
清扫淋巴结数 (枚)	14.2 ± 3.8	13.8 ± 3.6	3.724	0.684
切缘阳性 (例)	0	0	-	-
中转开腹数 (例)	3	1	-	-

注: \*表示与腹腔镜组比较  $P<0.05$

表 2 机器人组与腹腔镜组术后恢复指标的比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

术后临床指标	腹腔镜组	机器人组	t 值	P 值
肛门首次排气时间 (min)	55.7 ± 7.6	54.8 ± 7.8	13.511	0.187
恢复流质饮食时间 (d)	4.8 ± 1.2	4.6 ± 1.3	4.087	0.413
尿管留置时间 (d)	4.7 ± 2.2	3.4 ± 1.6	1.478	0.002*
腹腔引流管留置时间 (d)	7.4 ± 5.4	7.5 ± 4.8	1.297	0.177
24 h C-反应蛋白 (mg/L)	58.6 ± 8.9	54.3 ± 7.4	2.974	0.004*
术后住院时间 (d)	9.4 ± 5.1	8.6 ± 3.5	1.957	0.687

注: \*表示与腹腔镜组比较  $P<0.05$

表 3 机器人组与腹腔镜组直肠癌患者的并发症情况比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	腹腔镜组	机器人组	P 值
吻合口瘘	3	3	1.000*
肠梗阻	3	2	-
胸腔积液	3	2	-
肺部感染	2	1	1.000*
切口感染	3	2	1.000*
排尿功能障碍	1	0	-

注: \*为 Fish 精确概率检验

随着我国医疗水平和技术不断提高, 目前我国已陆续发展超过了 80 家的多种类机器人手术中心, 其中仅达芬奇机器人便已有 170 余台投入外科手术治疗<sup>[6]</sup>, 机器人外科手术量的持续递增, 而大多数手术例数来源为我国的一、二线发达城市, 并以省会城市为主。

盆腔狭窄空间内的直肠系膜及周边组织的分离等诸多操作是直肠癌根治的重点与难点, 对狭窄的盆腔进行直肠系膜细致而精确的解剖, 不仅需要系统而连贯的操作实施, 同样仰仗于操作者丰富的腹腔镜手术经验<sup>[7]</sup>, 而在实施这一切的前提, 便是获得充分暴露且角度适宜的手术视野。腹腔镜手术中手术主刀与助手间的配合, 可保证视野的稳定性, 但同样因协作问题的存在, 增高了腹腔镜手术的技术难度, 被动延长了学习曲线。相比之下机器人辅助下直肠癌手术的学习时间更短, 模拟训练条件更为多样<sup>[8]</sup>, 伴随技术能力的提高与专家学者共识<sup>[9]</sup>, 机器人辅助直肠癌手术在各区域性中心医院间得到了进一步的推广。除此以外, 腹腔镜器械在盆腔等狭小空间操作的灵活度受到限制, 而影响了医师的操作可控性。现阶段达芬奇机器人手术系统所具有的, 精细运动的操作用机器臂可进一步消除手术操作过程中不必要的肌肉自主震颤, 同时灵巧的移动缩放功能可在空间狭窄的条件内, 拓宽了医师手术操作的灵活度<sup>[10]</sup>。腹腔镜下超声刀烟雾的散发受限, 镜头受干扰导致视野进一步缩小, 而反复擦拭镜头将增加复位镜头所需的时间, 导致手术进程延后。相较之下达芬奇机器人的高分辨率三维镜头, 在距操作部位更远处提供了更为精准的可调控倍数观察, 一方面避免了视野雾气干扰, 同时稳定的视野定位与倍数放大也保证了直肠癌根治手术的流畅进行。

自机器人手术应用于外科手术开始, 手术时间问题一直被认为机器人辅助手术难以避免的缺陷。手术实施期间机器人系统准备时间长, 手术中调整过程复杂导致时间耗费过多, 而延长了手术时间, 因手术时间延长而导致的创伤应激反应成为潜在风险。以上缺陷可通过对机器人手术熟练度的提升而被弱化, 本研究中达芬奇机器人组所用的手术时间仅稍短于腹腔镜组手术时间。笔者手术团队经过系统化训练机器人系统对接与操作的熟练度, 使得手术中的机械臂调整时间进一步缩短, 并且随着机器人手术技巧的成熟, 将达芬奇镜下操作所需的调试时间显著缩减, 这得力于课题组前期系统化研究了既往达芬奇机器人手术配合的经验。多项针对达芬奇机器人的研究指出, 机器人手术的优势在出血量、淋巴结清扫数目、中转开腹率、术前与术后炎症指标波动、肛门恢复排气时间、手术后住院时长等多项围手术期临床指标值中均有体现。在本研究中, 应用机器人直肠癌根治患者的出血量有减少, 汇总研究分析, 现认为这与达芬奇机器人镜头放大倍数高及高稳定下的精准操作等技术优势密不可分, 优化了手术分离操作, 分支血管误伤减少。在狭窄的盆腔进行精准操作将减少手术失血量, 这种技术优势将伴随机器人手术团队熟练度的提升而更加明显<sup>[11]</sup>。对应清扫盆腔淋巴结并保证手术切缘阴性, 是评价直肠癌根治成功的重要指标<sup>[12]</sup>, 本研究中两组直肠癌患者手术中清扫淋巴结数目、切缘阳性情况无统计学差异, 提示达芬奇机器人与腹腔镜方式一样, 保障了直肠癌根治手术实施的有效性。

在直肠癌手术过程中减低对盆腔自主神经的损伤, 决定了直肠癌手术患者的恢复质量, 临床中常见的盆腔手术后排尿功能障碍与恢复延迟的主因,

源自术中盆腔自主神经损伤及盆腔组织的无菌性炎症反应。因数量庞大且走行错综的盆腔自主神经损伤极难以避免,尽可能对盆腔自主神经施加保护,减低操作导致的无菌性炎症反应,对直肠癌患者术后恢复质量尤为重要。腹腔镜直肠癌根治术的操作由于镜头放大倍数较小,镜头与操作均为人工手持,一方面镜头不稳定会干扰术者操作,另一方面细微操作的可控性单纯依靠术者肌肉力量调控,导致手术中对盆腔自主神经的潜在损伤,组织无菌性炎症风险增加。国外学者报道<sup>[13]</sup>机器人辅助手术的应用,可一定程度减低对盆腔自主神经的损伤。关于直肠癌患者术后膀胱功能恢复情况,达芬奇机器人可使直肠癌患者更早不依靠尿管自主排尿,且术后24 h血清C-反应蛋白升高幅度更低,说明机器人直肠根治术所产生对盆腔自主神经的影响较腹腔镜组更轻。对比分析手术操作细节,针对盆腔狭小空间内的精准操作,现普遍认为达芬奇机器人直肠癌手术可有效控制出血量,减低电刀等热能手术止血的使用次数,进而控制了周围组织炎症反应程度,并且精细操作与更可控的组织分离,可进一步减轻手术中对盆腔自主神经的干扰。

本研究基于贵州省中心性三甲医院展开,而贵州省属于经济快速发展地域,现阶段省内部分地区仍存在医疗资源分布不均、区域间医疗水平差异大、人民群众体检意识差等问题,省内多数直肠癌患者就诊时已达到临床Ⅲ期,局部肿块较大,手术难度较大。而贵州省地貌特点鲜明,地处中国西南部高原山地,缺少平原支撑,许多地区的直肠癌患者由于交通不便,不能及时得到积极的手术而失去了最佳治疗机会。为改善贵州省内医疗资源存在总量短缺、分配不均等问题,5G传输下的远程机器人直肠癌手术极大缩小了高资质医师与患者的距离限制<sup>[14-15]</sup>。达芬奇机器人手术优势与技巧的推广,配合5G远程达芬奇机器人直肠癌手术的推广可为患者免去交通、住宿费用,避免异地就医较高的住院费用和较低的报销比例<sup>[16]</sup>,有望提升机器人手术对地方医院的适用性。

综上所述,相比应用腹腔镜辅助,达芬奇机器人的使用可减少术中出血量,减低术后炎症反应的程度,同时可促进患者术后膀胱功能的恢复,其操作的优化具有保护盆腔自主神经的独特优势。而相

比全国机器人手术的推广,贵州省达芬奇机器人直肠癌手术起步较晚,但发展势头迅猛,通过进一步提炼贵州特色的达芬奇机器人直肠癌手术团队配合协作,将有助于机器人直肠癌根治术在西南地区的推广。

## 参考文献

- [1] Prete FP, Pezzolla A, Prete F, et al. Robotic Versus Laparoscopic Minimally Invasive Surgery for Rectal Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials[J]. *Ann Surg*, 2018, 267(6): 1034-1046.
- [2] 于永扬, 陈海宁, 周总光. 我国结直肠癌的现状、制约瓶颈与反思[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2019, 26(08): 897-902.
- [3] Feng H, Schiergens TS, Mao ZH, et al. Long-term outcomes and propensity score matching analysis: rectal cancer resection for patients with elevated preoperative risk[J]. *Oncotarget*, 2017, 8(15): 25679-25690.
- [4] Yates DR, Vaessen C, Roupert M. From Leonardo to da Vinci: the history of robot-assisted surgery in urology[J]. *BJU Int*, 2011, 108(11): 1708-1713.
- [5] Wang L, Zhang Z, Gong L, et al. A Systematic Review and Bayesian Network Meta-Analysis: Short-Term and Long-Term Outcomes of Three Surgery Procedures Following Neoadjuvant Chemoradiotherapy for Rectal Cancer[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2019, 29(5): 663-670.
- [6] Wang L, Zhang Z, Gong L, et al. A Systematic Review and Bayesian Network Meta-Analysis: Short-Term and Long-Term Outcomes of Three Surgery Procedures Following Neoadjuvant Chemoradiotherapy for Rectal Cancer[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2019, 29(5): 663-670.
- [7] Yamaguchi T, Kinugasa Y, Shiomi A, et al. Robotic-assisted vs conventional laparoscopic surgery for rectal cancer: short-term outcomes at a single center[J]. *Surg Today*, 2016, 46(8): 957-962.
- [8] Pigazzi A, Ellenhorn JD, Ballantyne GH, et al. Robotic-assisted laparoscopic low anterior resection with total mesorectal excision for rectal cancer[J]. *Surg Endosc*, 2006, 20(10): 1521-1525.
- [9] Baik SH, Kang CM, Lee WJ, et al. Robotic total mesorectal excision for the treatment of rectal cancer[J]. *J Robot Surg*, 2007, 1(1): 99-102.

- [10] Lee SH, Kim DH, Lim SW. Robotic versus laparoscopic intersphincteric resection for low rectal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2018, 33(12):1741-1753.
- [11] Jayne D, Pigazzi A, Marshall H, et al. Effect of Robotic-Assisted vs Conventional Laparoscopic Surgery on Risk of Conversion to Open Laparotomy Among Patients Undergoing Resection for Rectal Cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial[J]. *JAMA*, 2017, 318(16):1569-1580.
- [12] Chen Z, Zhu ZL, Wang P, et al. Comparison of clinical efficacy between robotic-laparoscopic excision and traditional laparoscopy for rectal cancer: A protocol for systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(27):1-3.
- [13] Spinoglio G, Bianchi PP, Marano A, et al. Robotic versus laparoscopic right colectomy with complete mesocolic excision for the treatment of colon cancer: perioperative outcomes and 5-Year survival in a consecutive series of 202 patients[J]. *Ann Surg Oncol*, 2018, 25(12):3580-3586.
- [14] Tamhankar AS, Jatal S, Saklani A. Total robotic radical rectal resection with da Vinci Xi system: single docking, single phase technique[J]. *Int J Med Robot*, 2016, 12(4):642-647.
- [15] Sun XY, Xu L, Lu JY, et al. Robotic versus conventional laparoscopic surgery for rectal cancer: systematic review and meta-analysis[J]. *Minim Invasive Ther Allied Technol*, 2019, 28(3):135-142.
- [16] Kim J, Baek SJ, Kang DW, et al. Robotic Resection is a Good Prognostic Factor in Rectal Cancer Compared with Laparoscopic Resection: Long-term Survival Analysis Using Propensity Score Matching[J]. *Dis Colon Rectum*, 2017, 60(3):266-273.

**收稿日期:** 2022年10月17日

**出刊日期:** 2022年11月17日

**引用本文:** 徐伟, 程海玉, 达芬奇机器人与腹腔镜直肠癌根治术的近期疗效对比研究[J], 国际医学与数据杂志 2022, 6(6): 114-119.

DOI: 10.12208/j.ijmd.20220261

**检索信息:** RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

**版权声明:** ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**