

腹部内脏脂肪与腹部皮下脂肪面积比对根治性肾输尿管切除术后并发症的预后价值

吴煜, 张跃, 张涛*

安徽医科大学第二附属医院泌尿外科, 安徽 合肥

收稿日期: 2025年3月28日; 录用日期: 2025年4月22日; 发布日期: 2025年4月29日

摘要

目的: 探讨内脏脂肪面积/皮下脂肪面积比(VFA/SFA比)对上尿路尿路上皮癌(UTUC)患者行根治性肾输尿管切除术(RNU)后并发症的预测价值。方法: 回顾性分析2018年1月至2022年12月安徽医科大学第二附属医院收治的73例UTUC患者临床资料, 其中男性55例, 女性18例。通过术前腹部CT定量评估内脏脂肪面积(VFA)、皮下脂肪面积(SFA), 计算VFA/SFA比。采用单因素及多因素Logistic回归分析术后并发症相关危险因素。结果: 男性患者中, 内脏肥胖组($VFA \geq 100 \text{ cm}^2$)术后并发症发生率显著高于非肥胖组($P = 0.045$), 并且高VFA/SFA比也是术后并发症的潜在危险因素($P = 0.003$)。多因素分析显示, 只有VFA/SFA比是男性患者术后并发症的独立预测因子($OR = 7.198, 95\%CI 1.593 \sim 32.517, P = 0.010$), 但在总体人群及女性亚组中无统计学意义。结论: VFA/SFA比可作为男性UTUC患者RNU术后并发症的可靠生物学标志物, 其预测价值具有性别特异性, 提示术前脂肪分布评估在男性患者中的临床重要性。

关键词

上尿路尿路上皮癌, 根治性肾输尿管切除术, 术后并发症, 腹部内脏脂肪面积, 腹部皮下脂肪面积, 比值

Prognostic Value of the Ratio of Abdominal Visceral Fat to Abdominal Subcutaneous Fat Area in Male Patients Undergoing Radical Nephrectomy

Yu Wu, Yue Zhang, Tao Zhang*

Department of Urology, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

*通讯作者。

文章引用: 吴煜, 张跃, 张涛. 腹部内脏脂肪与腹部皮下脂肪面积比对根治性肾输尿管切除术后并发症的预后价值[J]. 临床个性化医学, 2025, 4(3): 1-7. DOI: 10.12677/jcpm.2025.43308

Abstract

Objective: To investigate the predictive value of visceral fat area/subcutaneous fat area ratio (VFA/SFA ratio) for complications after radical nephroureterectomy (RNU) in patients with upper tract urothelial carcinoma (UTUC). **Methods:** The clinical data of 73 UTUC patients admitted to the Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University from January 2018 to December 2022 were retrospectively analyzed, including 55 men and 18 women. Visceral fat area (VFA) and subcutaneous fat area (SFA) were quantitatively assessed by preoperative abdominal CT, and the VFA/SFA ratio was calculated. Risk factors related to postoperative complications were analyzed using univariate and multivariate logistic regression. **Results:** In male patients, the incidence of postoperative complications was significantly higher in the visceral obese group ($VFA \geq 100 \text{ cm}^2$) than in the non-obese group ($P = 0.045$), and a high VFA/SFA ratio was also a potential risk factor for postoperative complications ($P = 0.003$). Multifactorial analysis showed that only the VFA/SFA ratio was an independent predictor of postoperative complications in male patients ($OR = 7.198$, 95% CI 1.593~32.517, $P = 0.010$), but it was not statistically significant in the overall population or in the female subgroup. **Conclusion:** The VFA/SFA ratio can be used as a reliable biological marker for postoperative complications after RNU in male UTUC patients, and its predictive value is gender-specific, suggesting the clinical importance of preoperative fat distribution assessment in male patients.

Keywords

Upper Urinary Tract Urothelial Carcinoma, Radical Nephroureterectomy, Postoperative Complications, Visceral Fat Area, Subcutaneous Fat Area, Ratio

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

尿路上皮癌(Urothelial Carcinoma, UC)作为发达国家第六高发恶性肿瘤,其发病部位可分为下尿路(膀胱及尿道)和上尿路(肾盂与输尿管)两大解剖区域。临床数据显示,约 90%~95%的 UC 病例发生于膀胱,而上尿路尿路上皮癌(Upper Tract Urothelial Carcinoma, UTUC)作为相对罕见的亚型,仅占 UC 总发病数的 5%~10% [1]。目前根治性肾输尿管切除术(Radical Nephroureterectomy, RNU)仍是 UTUC 的标准治疗方案 [2],该术式虽能显著提升肿瘤控制效果,但值得注意的是,术后并发症发生率至少在 30%,直接影响患者生存质量并可能对预后产生不良影响[3] [4]。因此,优化围手术期管理策略对于改善患者长期生存结局及提升术后生活质量具有重要临床价值。

近年研究发现,内脏脂肪(VFA)不仅是能量储存器官,更是活跃的内分泌组织,通过释放 IL-6、TNF- α 等炎症因子促进胰岛素抵抗和术后组织修复障碍[5]。有研究分析证实内脏肥胖与结直肠癌术后并发症相关,但皮下脂肪(SFA)可能通过分泌脂联素发挥保护作用[6]。然而,脂肪分布的解剖异质性及其性别特异性影响在 UTUC 领域尚未明确。

目前,关于 VFA/SFA 在 UTUC 手术预后中的价值尚不明确,且性别差异可能影响脂肪代谢与并发症的关联。既往研究多依赖 BMI 评估肥胖,但 BMI 无法区分脂肪分布模式。性别是脂肪代谢的关键调

节因素：男性更易累积内脏脂肪，而女性绝经前皮下脂肪占优，可能与雌激素调控脂肪分解酶活性有关。本研究首次提出 VFA/SFA 比的性别特异性预测价值，旨在为男性 UTUC 患者提供精准的术前风险评估工具。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

回顾性分析自 2011 年 1 月至 2024 年 11 月在安徽医科大学第二附属医院接受手术治疗的 73 例 UTUC 的患者的临床资料。纳入标准：(1) 手术方式均为肾输尿管根治性切除术；(2) 术后经病理确诊为 UTUC 的患者；术前 3 个月内行腹部 CT 平扫；术后随访 ≥ 30 天。排除标准：(1) 远处转移(M1 期)；(2) 术前接受新辅助化疗/放疗；(3) 合并严重的心肺肝肾功能障碍及其他器官恶性肿瘤者。

伦理审批：本研究经安徽医科大学第二附属医院伦理委员会的批准(批号：SL-YX2023-042)，豁免患者知情同意。

2.2. 数据采集

基线资料：收集患者临床资料，如年龄、性别、BMI、高血压病史、糖尿病病史、肿瘤的位置。

手术参数：手术时间(分钟)和术中出血量(mL)。

脂肪测量：使用 sliceOmatic 医学影像软件(5.0 Rev-9)，在 L3-L4 椎体水平手动勾画内脏脂肪与皮下脂肪区域，计算腹部内脏面积(Visceral Fat Area, VFA) (cm²)、腹部皮下脂肪面积(Subcutaneous Fat Area, SFA) (cm²)、腹部总脂肪面积(Total Fat Area, TFA) (cm²)及 VFA/SFA 比。依据文献[3]标准，将 73 例患者依据 VFA 划分内脏肥胖组(VFA ≥ 100 cm²)例和非内脏肥胖组(VFA < 100 cm²)。

2.3. 收集患者的术后资料

收集所有入组病例术后并发症情况并根据 Clavien-Dindo 严重程度分级系统进行分级，将术后并发症分为 I~V 级，I 级：术后出现的无需药物、手术、内镜或放射治疗的异常改变，但包括需要止吐药、解热药、止痛药、电解质和物理治疗的并发症，还包括需要在床旁行开放引流的伤口感染，II 级：需要除 I 级所用药物以外的药物治疗，还包括输血和全胃肠外营养；III 级：需要行手术、内镜、放射治疗等干预措施；IV 级：危及生命的并发症，包括中枢神经系统并发症、需要重症监护或至重症监护病房处理的并发症；V 级：死亡。另外，收集患者术后住院时间、引流管留置时间和术后胃肠功能恢复时间资料。根据并发症有无分为有并发症组和无并发症组进行对照研究，观察时间至本次住院结束，两组的一般资料情况见表 1。

Table 1. Comparison of clinical baseline treatment between the complication and no complication groups
表 1. 并发症组和无并发症组临床基线治疗对比

变量	无并发症(n = 35)	并发症(n = 38)	χ ² (t) [Z]值	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	66.26 ± 9.76	65.55 ± 9.45	0.313	0.755
性别(例, %)			0.040	0.841
女	9 (50.00)	9 (50.00)		
男	26 (47.27)	29 (52.73)		
BMI [kg/m ² , $\bar{x} \pm s$]	23.78 ± 3.06	23.27 ± 3.02	0.705	0.483

续表

高血压(例, %)				0.665	0.415
	无	16 (43.24)	21 (56.76)		
	有	19 (52.78)	17 (47.22)		
糖尿病(例, %)				0.077	0.781
	无	31 (50.00)	31 (50.00)		
	有	7 (63.64)	4 (36.36)		
肿瘤部位(例, %)				0.088	0.769
	肾盂	20 (46.51)	23 (53.49)		
	输尿管	15 (50.00)	15 (50.00)		
手术时间(min, $\bar{x} \pm s$)		223.80 $\pm$ 65.75	243.11 $\pm$ 61.12	-1.300	0.198
术中出血量[ml, M(P25, P75)]		50.00 (20.00, 100.00)	50.00 (50.00, 100.00)	-0.575	0.565
SFA [cm ² , M(P25, P75)]		102.00 (65.42, 151.80)	97.80 (75.56, 130.15)	-0.243	0.808
VFA [cm ² , M(P25, P75)]		99.08 (43.66, 185.20)	113.85 (64.39, 113.85)	-0.740	0.459
VFA (例, %)				0.120	0.729
	≥ 100 cm ²	18 (50.00)	18 (50.00)		
	< 100 cm ²	17 (45.95)	20 (54.05)		
TFA (cm ² , $\bar{x} \pm s$)		227.21 $\pm$ 133.61	240.53 $\pm$ 114.19	-0.459	0.648
VFA/SFA [M(P25, P75)]		1.19 (0.68, 1.37)	1.25 (0.68, 2.11)	-1.071	0.284

2.4. 统计学方法

应用 SPSS26.0 软件进行统计分析, 正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 比较采用 t 检验; 非正态分布计量资料以中位数(四分位数) [M(Q1, Q3)]表示, 比较采用 Mann-Whitney U 检验; 计数资料比较采用 χ^2 检验或连续性校正 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法; 绘制 ROC 曲线, 评估 VFA/SFA 预测根治性肾输尿管切除术男性患者并发症的模型效能; 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

3. 结果

3.1. 人口统计学特征

根据 Clavien-Dindo 分级系统将患者分为无并发症组 35 例(47.95%)和并发症组 38 例(52.05%)。两组的临床资料比较见表 1。其中男性组术后并发症发生率为 52.73%, 女性组为 50.00% ($P = 0.841$)。

3.2. Logistic 单因素分析

男性组: VFA ≥ 100 cm² ($P = 0.045$)、VFA/SFA ($P = 0.003$)与并发症显著相关, 而年龄($P = 0.669$)、BMI ($P = 0.989$)、高血压($P = 0.701$)、糖尿病($P = 0.802$)、肿瘤部位($P = 0.722$)、手术时间($P = 0.186$)、手术出血量($P = 0.388$)、SFA ($P = 0.644$)、VFA ($P = 0.073$)和 TFA ($P = 0.261$)无统计学意义(表 2)。女性组和总 UTUC 患者组中所有指标均无显著性($P > 0.05$)。

3.3. Logistic 多因素分析

男性组: VFA/SFA (OR = 7.198, 95%CI: 1.593~32.517, $P = 0.010$)为独立危险因素, 而 VFA ≥ 100 cm²

($P = 0.964$)则无统计学意义(表 2)。

Table 2. Univariate and multivariate logistic regression analyses for the male group
表 2. 男性组单因素及多因素 Logistic 回归分析

变量	单因素 Logistic				多因素 Logistic			
	Wald	OR	95% CI	P 值	Wald	OR	95% CI	P 值
年龄	0.183	1.012	0.958~1.070	0.669				
BMI	0.001	1.001	0.835~1.200	0.989				
高血压	0.147	1.231	0.426~3.557	0.701				
糖尿病	0.063	1.227	0.248~6.079	0.802				
肿瘤部位	0.127	0.824	0.283~2.396	0.722				
手术时间	1.753	1.006	0.997~1.014	0.186				
术中出血量	0.744	1.003	0.996~1.010	0.388				
SFA	0.214	0.997	0.985~1.009	0.644				
VFA	3.225	1.006	0.999~1.013	0.073				
VFA ($\geq 100\text{ cm}^2$)	4.025	3.091	1.026~9.309	0.045	0.002	0.968	0.240~3.900	0.964
TFA	1.261	1.003	0.998~1.007	0.261				
VFA/SFA	8.688	7.073	1.926~25.975	0.003	6.581	7.198	1.593~32.517	0.010

3.4. 预测效能验证

男性组 VFA/SFA 的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.745 (95%CI 0.617~0.813) (图 1)。VFA/SFA 的最佳截断值为 1.52，特异性为 0.962，敏感性为 0.414 (表 3)。

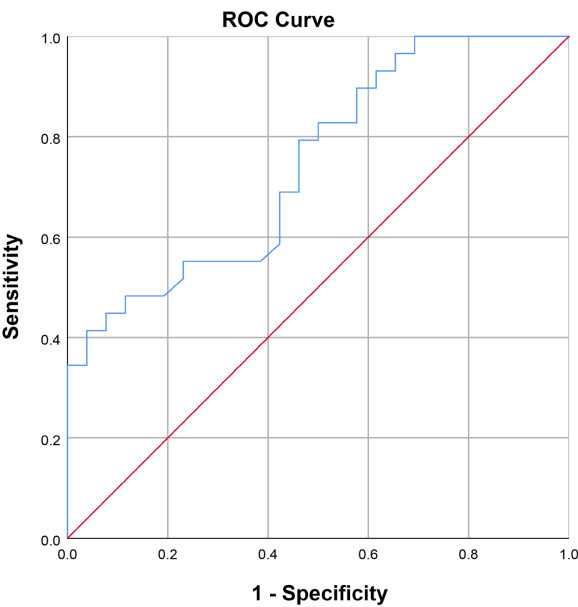


Figure 1. ROC curves for VFA/SFA in the male group
图 1. 男性组 VFA/SFA 的 ROC 曲线

Table 3. ROC curve effectiveness indicators
表 3. ROC 曲线效能指标

检测指标	AUC	95% CI	特异度	敏感度	截断值
VFA/SFA	0.745	0.617~0.813	0.962	0.414	1.52

4. 讨论

本研究首次揭示了内脏脂肪与皮下脂肪面积比(VFA/SFA 比)在预测男性 UTUC 患者 RNU 术后并发症中的独特价值。尽管既往研究普遍关注 BMI 或单一脂肪指标(如 VFA)的预后意义[7]，但本研究发现，仅当整合内脏与皮下脂肪的相对比例(即 VFA/SFA 比)时，其对男性患者的预测效能才具有统计学显著性。这一结果提示，脂肪分布的异质性可能比脂肪总量更能反映代谢紊乱的生物学本质。值得注意的是，这种预测效应在女性及整体人群中均未显现，凸显了性别差异在脂肪代谢研究中的关键地位。与结直肠癌或妇科肿瘤中脂肪指标的无性别差异结论不同[6] [8] [9]，UTUC 手术特有的腹膜后操作路径可能放大了男性内脏脂肪的机械性干扰效应，而女性雌激素对皮下脂肪保护作用的调控可能进一步削弱了 VFA/SFA 比的预测价值[10] [11]。

从病理机制角度，内脏脂肪的促炎特性可能构成其与并发症关联的核心基础。内脏脂肪组织通过释放 IL-6、TNF- α 等炎症介质，可诱导全身性低度炎症状态，进而损害免疫应答与组织修复能力[12]。此外，高 VFA/SFA 比可能反映胰岛素抵抗的严重程度，导致术后血糖控制困难，增加感染风险[5]。这一机制在男性中尤为突出，因雄激素可通过激活内脏脂肪雄激素受体(AR)信号通路，促进脂肪细胞增殖与炎症因子分泌，而女性雌激素则可能通过上调脂联素表达部分抵消上述负面效应[13] [14]。

本研究的临床意义在于为男性 UTUC 患者提供了可量化的术前风险评估工具。通过常规 CT 影像计算 VFA/SFA 比，外科医生可识别高危个体并制定个体化策略：对于 VFA/SFA 比>1.52 的患者，术前短期应用 GLP-1 受体激动剂或强化呼吸训练可能改善代谢状态；术中可选择微创手术方案优化，如机器人辅助腹腔镜技术以克服脂肪堆积导致的视野暴露困难[15] [16]；另外，需加强围术期监测(如感染指标、营养支持)及术后随访。然而，本研究存在一定局限性：首先，回顾性设计存在选择偏倚及未控制混杂因素(如饮食、运动习惯)的可能，尽管采用标准化 CT 测量流程，但手动勾画脂肪区域仍存在观察者间变异风险；其次，女性亚组样本量较小可能导致统计效力不足，未来需扩大队列验证性别特异性结论的普适性；最后，缺乏脂肪组织活检及血清炎症因子检测数据，限制了机制探讨的深度。

未来研究应致力于解决以下关键问题：第一，通过多中心前瞻性队列验证 VFA/SFA 比的最佳截断值(如 1.52)及其在不同人群中的适用性；第二，开发基于人工智能的自动化脂肪分割算法，提升 VFA/SFA 比测量的临床可及性；第三，探索术前减脂干预(如生活方式调整或药物治疗)对降低并发症风险的实际效益。此外，基础研究需进一步解析雄激素-脂肪-炎症轴在 UTUC 术后恢复中的作用，为性别特异性治疗靶点的开发提供理论依据。

5. 结论

本研究通过术前腹部 CT 定量分析，首次证实内脏脂肪与总脂肪面积比(VFA/SFA)对男性 UTUC 患者 RNU 术后并发症具有独立预测价值，但在男女混合队列及女性队列中无统计学意义。这一结果不仅揭示了脂肪分布比例在手术风险评估中的重要性，还提示了代谢异常与并发症关联的性别特异性，为临床提供了新的风险分层视角。

基金项目

第二批(2021 年度)安徽医科大学第二附属医院临床研究培育计划项目(No: 2021LCZD03)。

参考文献

- [1] Siegel, R.L., Miller, K.D., Fuchs, H.E. and Jemal, A. (2021) Cancer Statistics, 2021. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, **71**, 7-33. <https://doi.org/10.3322/caac.21654>
- [2] Rouprêt, M., Seisen, T., Birtle, A.J., Capoun, O., Compérat, E.M., Dominguez-Escrig, J.L., *et al.* (2023) European Association of Urology Guidelines on Upper Urinary Tract Urothelial Carcinoma: 2023 Update. *European Urology*, **84**, 49-64. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2023.03.013>
- [3] Raman, J.D., Lin, Y., Shariat, S.F., Krabbe, L., Margulis, V., Arnouk, A., *et al.* (2016) Preoperative Nomogram to Predict the Likelihood of Complications after Radical Nephroureterectomy. *BJU International*, **119**, 268-275. <https://doi.org/10.1111/bju.13556>
- [4] Kocher, N.J., Canes, D., Bensalah, K., Roupert, M., Lallas, C., Margulis, V., *et al.* (2020) Incidence and Preoperative Predictors for Major Complications Following Radical Nephroureterectomy. *Translational Andrology and Urology*, **9**, 1786-1793. <https://doi.org/10.21037/tau.2020.01.22>
- [5] Navaneethan, S.D., Kirwan, J.P., Remer, E.M., Schneider, E., Addeman, B., Arrigain, S., *et al.* (2021) Adiposity, Physical Function, and Their Associations with Insulin Resistance, Inflammation, and Adipokines in CKD. *American Journal of Kidney Diseases*, **77**, 44-55. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2020.05.028>
- [6] Kim, J., Chung, E., Cho, E., Lee, J., Shin, S., Lee, H.S., *et al.* (2021) Impact of Subcutaneous and Visceral Fat Adiposity in Patients with Colorectal Cancer. *Clinical Nutrition*, **40**, 5631-5638. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.10.001>
- [7] Yoshida, K., Kondo, E., Ishida, M., Ichikawa, Y., Watashige, N., Okumura, A., *et al.* (2024) Visceral Adipose Tissue Percentage Compared to Body Mass Index as Better Indicator of Surgical Outcomes in Women with Obesity and Endometrial Cancer. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, **31**, 445-452. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2024.02.009>
- [8] Pedrazzani, C., Conti, C., Zamboni, G.A., Chincari, M., Turri, G., Valdegamberi, A., *et al.* (2020) Impact of Visceral Obesity and Sarcobesity on Surgical Outcomes and Recovery after Laparoscopic Resection for Colorectal Cancer. *Clinical Nutrition*, **39**, 3763-3770. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.04.004>
- [9] Ham, S., Choi, J.H., Shin, S.G. and Lee, E. (2023) High Visceral Fat-to-Muscle Ratio Is an Independent Factor That Predicts Worse Overall Survival in Patients with Primary Epithelial Ovarian, Fallopian Tube, and Peritoneal Cancer. *Journal of Ovarian Research*, **16**, Article No. 19. <https://doi.org/10.1186/s13048-023-01098-1>
- [10] Li, C., Xing, C., Zhang, J., Zhao, H., Shi, W. and He, B. (2021) Eight-Hour Time-Restricted Feeding Improves Endocrine and Metabolic Profiles in Women with Anovulatory Polycystic Ovary Syndrome. *Journal of Translational Medicine*, **19**, Article No. 148. <https://doi.org/10.1186/s12967-021-02817-2>
- [11] Orel, M., Lichnovská, R., Gwozdziwiczová, S., Zlámálová, N., Klementa, I., Merkunová, A., *et al.* (2004) Gender Differences in Tumor Necrosis Factor Alpha and Leptin Secretion from Subcutaneous and Visceral Fat Tissue. *Physiological Research*, **53**, 501-505. <https://doi.org/10.33549/physiolres.930512>
- [12] van den Borst, B., Gosker, H.R., Koster, A., Yu, B., Kritchevsky, S.B., Liu, Y., *et al.* (2012) The Influence of Abdominal Visceral Fat on Inflammatory Pathways and Mortality Risk in Obstructive Lung Disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **96**, 516-526. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.040774>
- [13] Forsse, D., Tangen, I.L., Fasmer, K.E., Halle, M.K., Viste, K., Almås, B., *et al.* (2020) Blood Steroid Levels Predict Survival in Endometrial Cancer and Reflect Tumor Estrogen Signaling. *Gynecologic Oncology*, **156**, 400-406. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2019.11.123>
- [14] Giltay, E.J., Elbers, J.M.H., Gooren, L.J.G., Emeis, J.J., Kooistra, T., Asscheman, H., *et al.* (1998) Visceral Fat Accumulation Is an Important Determinant of PAI-1 Levels in Young, Nonobese Men and Women: Modulation by Cross-Sex Hormone Administration. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, **18**, 1716-1722. <https://doi.org/10.1161/01.atv.18.11.1716>
- [15] Corrado, G., Vizza, E., Cela, V., Mereu, L., Bogliolo, S., Legge, F., *et al.* (2018) Laparoscopic versus Robotic Hysterectomy in Obese and Extremely Obese Patients with Endometrial Cancer: A Multi-Institutional Analysis. *European Journal of Surgical Oncology*, **44**, 1935-1941. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2018.08.021>
- [16] Park, D.A., Lee, D.H., Kim, S.W. and Lee, S.H. (2016) Comparative Safety and Effectiveness of Robot-Assisted Laparoscopic Hysterectomy versus Conventional Laparoscopy and Laparotomy for Endometrial Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *European Journal of Surgical Oncology (EJSO)*, **42**, 1303-1314. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2016.06.400>