

· 临床研究 ·

肾周脂肪厚度与闭合性肾损伤严重程度的相关性分析

刘振华, 李贵忠

(首都医科大学附属北京积水潭医院泌尿外科, 北京 100096)

Correlation analysis between perirenal fat thickness and severity of closed renal trauma

LIU Zhenhua, LI Guizhong

(Department of Urology, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100096, China)

ABSTRACT: Objective To analyze the relationship between perirenal fat thickness (PFT) and the severity of closed renal trauma, so as to provide reference for treatment selection and prediction of the severity of injury. Methods The clinical data of 73 patients with unilateral closed renal trauma due to traffic accidents treated in our hospital during Jan.2012 and Dec.2022 were reviewed. According to American Association for the Surgery of Trauma (AAST), the patients were classified into mild group (AAST I—III) and severe group (AAST IV—V). The PFT of the healthy kidneys during injury was measured on the PACS software CT images, and the correlation between PFT and severity of injury was analyzed using logistic regression. The difference in PFT between patients across treatment modalities using one-way ANOVA. Results The mean age of patients was (44.7 ± 17.1) years. There were 16 patients (21.9%) in the severe group and 57 (78.1%) in the mild group, the mean PFT being (5.5 ± 1.9) mm. The severe group had significantly lower PFT than the mild group [(4.4 ± 1.4) mm vs. (5.8 ± 2.0) mm, $P = 0.003$]. After age, gender, body mass index, diabetes, protective devices and complicated organ injuries were adjusted, multivariable logistic analysis indicated that increased PFT was associated with lower risk of severe injury ($OR = 0.628$, 95% $CI: 0.430 - 0.918$, $P = 0.016$). One-way ANOVA analysis showed statistically significant differences in PFT among patients with conservative, interventional and surgical treatment options [(5.8 ± 2.0) mm vs. (4.4 ± 1.5) mm vs. (4.5 ± 1.1) mm, $P = 0.034$]. Conclusion PFT, which is closely related to the severity of closed renal trauma, is a reliable indicator to predict the severity of injury and the choice of treatments.

KEY WORDS: perirenal fat thickness; closed renal trauma; severity of injury; American Association for the Surgery of Trauma

摘要: 目的 分析肾周脂肪厚度(PFT)与闭合性肾损伤严重程度的关系,为预测闭合性肾损伤程度及治疗选择提供参考。方法 回顾性分析2012年1月—2022年12月于首都医科大学附属北京积水潭医院泌尿外科就诊的73例因车祸伤导致的单侧闭合性肾损伤患者的临床资料。根据美国创伤外科学会(AAST)肾损伤程度分级,将患者分为低级别组(AAST I~III级)和高级别组(AAST IV~V级),使用PACS软件在计算机断层扫描(CT)图像上测量患者受伤时健侧肾脏的PFT,使用logistic回归分析PFT与闭合性肾损伤程度的相关性。使用单因素方差分析比较不同治疗方式的患者PFT的差异。结果 73例患者平均年龄 (44.7 ± 17.1) 岁,高级别组16例(21.9%)、低级别组57例(78.1%),平均PFT为 (5.5 ± 1.9) mm。高级别组较低级别组的PFT更小 $[(4.4 \pm 1.4)$ mm vs. (5.8 ± 2.0) mm, $P = 0.003$]。校正年龄、性别、身体质量指数、糖尿病、保护装置、合并脏器损伤后的多因素logistic回归分析结果显示,PFT的增加与高级别闭合性肾损伤风险的降低密切相关($OR = 0.628$, 95% $CI: 0.430 \sim 0.918$, $P = 0.016$)。单因素方差分析显示PFT在选择保守、介入及手术治疗的患者的中差异有统计学意义 $[(5.8 \pm 2.0)$ mm vs. (4.4 ± 1.5) mm vs. (4.5 ± 1.1) mm, $P = 0.034$]。结论 PFT与闭合性肾损伤的严重程度密切相关,是预测闭合性肾损伤程度及指导治疗方式选择的相对客观指标。

关键词: 肾周脂肪厚度; 闭合性肾损伤; 损伤程度; 美国创伤外科学会

中图分类号: R691.6

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1009-8291.2025.03.011

急性闭合性肾损伤约占所有肾损伤类型的71%~85%,主要由交通事故和高处坠落造成,其发生率和死亡率逐年增加^[1]。既往研究显示,美国创伤外科学会(American Association for the Surgery of Trauma, AAST)肾损伤分级为I级的患者无须外科

手术干预,而V级的患者约86%需要进行肾切除术,提示肾损伤的程度与患者转归密切相关^[2]。因此,了解高级别肾损伤程度的危险因素和预测因素,对闭合性肾损伤的救治有重要意义。

目前有关闭合性肾损伤危险因素的研究仍较少,尚无用于预测闭合性肾损伤严重程度的统一临床指标。既往研究认为肥胖患者与体质量正常或过轻者相比,在发生创伤时的存活几率更大,但后续死亡风

收稿日期: 2024-11-06

修回日期: 2024-12-26

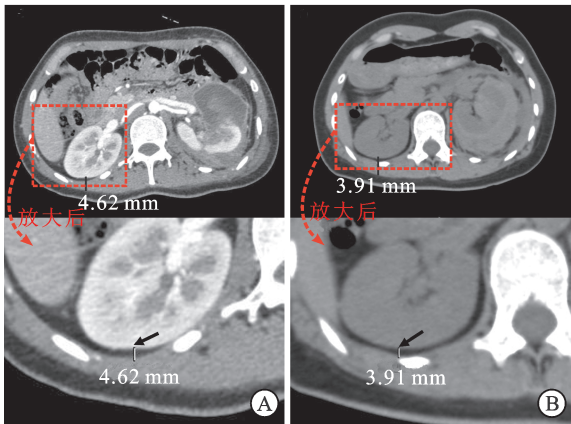
作者简介: 刘振华, 博士研究生, 主治医师。研究方向: 泌尿系统疾病的诊疗。E-mail: liuzhenh@126.com

险也相对较大^[3]。此外,有研究提示身体质量指数(body mass index,BMI)是闭合性肾损伤的保护因素,但其不能反映具体的脂肪定量,也不能区分脂肪和肌肉等组织的差异性,存在一定局限性^[4]。WANG 等^[5]研究发现,皮下脂肪厚度的增加与车祸伤时腹部损伤严重程度的降低密切相关,提示脂肪组织具有保护内脏的功能。肾周脂肪具有支持、固定肾脏位置的作用,肾周脂肪厚度(perirenal fat thickness,PFT)常用于预测肾脏手术的风险和并发症,但其在闭合性创伤中的作用的报道较少^[6-7]。本文拟通过分析 PFT 与闭合性肾损伤严重程度的相关性,来阐述 PFT 在创伤性肾损伤程度评估及治疗选择中的作用。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2012 年 1 月—2022 年 12 月于首都医科大学附属北京积水潭医院泌尿外科就诊的 73 例因车祸伤导致的单侧闭合性肾损伤患者的临床资料。纳入的研究对象为机动车发生碰撞时受伤的乘坐人,排除穿透性创伤、双侧肾损伤及无影像学资料的患者。

1.2 分析指标 分析患者的年龄、性别、BMI、糖尿病、损伤程度、发生损伤时有无保护装置(安全气囊或安全带)、是否合并其他脏器损伤[通过计算机断层扫描(computed tomography,CT)检测]、PFT 以及伤后治疗选择等临床信息,并将上述指标纳入多因素 logistic 回归分析。其中损伤程度根据 AAST 肾损伤程度分级,AAST I~Ⅲ级为低级别组、AAST IV~V 级为高级别组。使用 PACS 软件在患者受伤时拍摄的薄层 CT 上测量 PFT。PFT 定义为在患者健侧肾的肾静脉水平、肾实质背侧缘至腰大肌外侧缘后腹壁的最大垂直距离(图 1)。



A:高级别组(Ⅳ级);B:低级别组(Ⅲ级)。黑色箭头指示肾周脂肪厚度(PFT)。

图 1 在 CT 图像上测量健侧肾脏的 PFT 示意图

PFT 测量由同一医师完成,同一患者测量 3 次并取平均值。

1.3 统计学方法 采用 SPSS 24.0 软件分析数据,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以例(%)表示。高、低级别组之间 PFT 的比较采用独立样本 *t* 检验。使用多因素 logistic 回归分析 PFT 与高级别闭合性肾损伤发生风险的相关性。使用单因素方差分析比较不同治疗方法的患者 PFT 的差异,组间比较采用最小显著差异法(least significant difference,LSD)进行事后检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

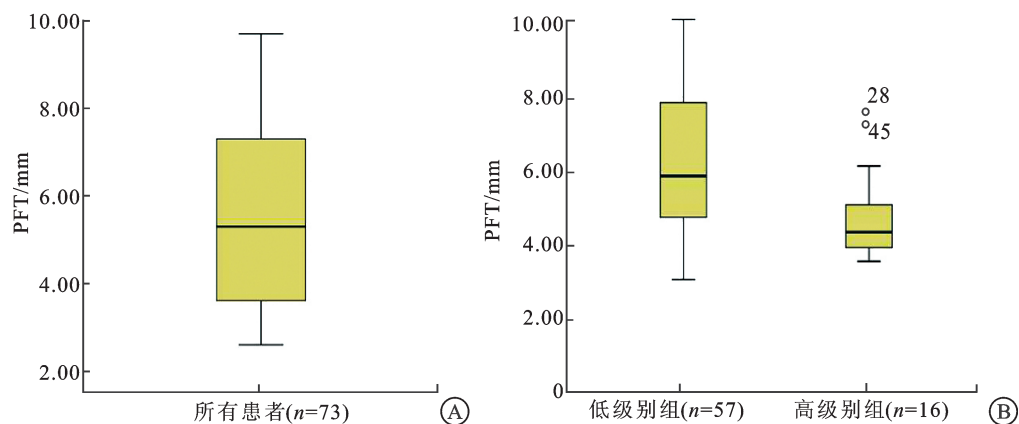
2 结果

2.1 患者的临床资料 73 例单侧闭合性肾损伤患者的临床资料见表 1。所有患者的平均年龄(44.7 ± 17.1)岁,其中男性 43 例、女性 30 例。受伤时 23 例患者配有保护措施,29 例合并其他脏器损伤,所有患者的平均 PFT 为(5.5 ± 1.9)mm。高级别组较低级别组的 PFT 明显更低,差异具有统计学意义[(4.4 ± 1.4)mm vs. (5.8 ± 2.0)mm, $P = 0.003$](图 2)。

表 1 车祸伤导致的单侧闭合性肾损伤患者的临床资料 [例(%), $n = 73$]

变量	数值
年龄/岁*	44.7±17.1
性别	
男	43(58.9)
女	30(41.1)
BMI*	24.6±3.1
糖尿病	12(16.4)
损伤程度#	
低级别(I~Ⅲ)	57(78.1)
高级别(Ⅳ~Ⅴ)	16(21.9)
保护装置	
有	23(31.5)
无	50(68.5)
合并其他脏器损伤	29(39.7)
治疗选择	
保守治疗	56(76.7)
介入治疗	14(19.2)
手术治疗	3(4.1)
PFT/mm*	5.5±1.9

* 以 $\bar{x} \pm s$ 表示;# 根据美国创伤外科学会肾损伤分级评估;BMI:身体质量指数;PFT:肾周脂肪厚度。



A: PFT 在所有患者中的分布; B: PFT 在高级别组和低级别组的分布。

图 2 车祸伤导致的单侧闭合性肾损伤患者的肾周脂肪厚度 (PFT) 分布箱线图

2.2 车祸伤导致高级别闭合性肾损伤患者的多因素 logistic 回归分析 多因素 logistic 回归分析提示, PFT 的增加是发生高级别闭合性肾损伤风险的保护因素 ($OR = 0.584, 95\% CI: 0.377 \sim 0.904, P = 0.016$); 合并脏器损伤的患者是发生高级别闭合性肾损伤的危险因素 ($OR = 5.156, 95\% CI: 1.340 \sim 19.841, P = 0.017$) (表 2)。在校正年龄、性别、BMI、糖尿病、保护装置及合并脏器损伤后, 多因素 logistic 回归分析结果显示 PFT 的增加仍与高级别闭合性肾损伤风险呈负相关 ($OR = 0.628, 95\% CI: 0.430 \sim 0.918, P = 0.016$)。

表 2 车祸伤导致高级别闭合性肾损伤患者的多因素 logistic 回归分析

变量	OR	95%CI	P 值
年龄	1.029	0.985~1.075	0.206
性别	1.040	0.222~4.874	0.960
BMI	1.017	0.810~1.276	0.884
糖尿病	1.550	0.229~10.497	0.654
PFT	0.584	0.377~0.904	0.016
有保护装置	1.137	0.260~4.971	0.864
合并脏器损伤	5.156	1.340~19.841	0.017

BMI: 身体质量指数; PFT: 肾周脂肪厚度。

2.3 车祸伤导致高级别闭合性肾损伤患者 PFT 与治疗方式选择的单因素方差分析 单因素方差分析显示在不同治疗方式选择(保守、介入及手术治疗)的患者中, PFT 的差异有统计学意义 [$(5.8 \pm 2.0) \text{ mm}$ vs. $(4.4 \pm 1.5) \text{ mm}$ vs. $(4.5 \pm 1.1) \text{ mm}$, $P = 0.034$], LSD 事后检验提示介入治疗组与保守治疗组的 PFT 差异具有统计学意义 ($P = 0.015$), 手术治疗组与保守治疗组、手术治疗组与介入治疗组的 PFT 差异均无明显统计学意义 ($P = 0.228, P = 0.974$), 提示 PFT 在一定程度上与闭合性肾损伤患者的治疗方式选择

有关。

3 讨论

肾脏的解剖位置位于后腹腔, 并被 Gerota 筋膜和肾周脂肪包绕, 相对位置固定。闭合性肾损伤主要是由于突然加速或减速使肾脏与周围组织相互撞击所致, 因此肾周脂肪数量的增加可能会缓冲各种力的撞击, 起到保护肾实质的作用^[8]。本研究共纳入了 73 例因车祸伤所致的单侧闭合性肾损伤患者, 其中 16 例 (21.9%) 为高级别肾损伤, 29 例 (39.7%) 合并其他脏器损伤。多因素 logistic 分析结果提示, 合并其他脏器损伤的患者发生高级别闭合性肾脏损伤的风险升高 ($OR = 5.156, 95\% CI: 1.340 \sim 19.841, P = 0.017$), 这与既往研究报道闭合性肾损伤的患者通常会合并不同程度的肝 (37%)、脾 (29%) 等脏器的损伤相一致, 并且合并其他肾脏器损伤的患者中高级别肾损伤的占比相对较高^[8-9]。

目前探讨脂肪组织在创伤发生时作用的研究报道并不多, 衡量脂肪组织的指标尚无统一定论。TEE 等^[10]研究发现在 592 例车祸伤患者中, 内脏脂肪面积占全身总面积的比例越高, 腹部发生严重损伤的风险越低 ($OR = 0.06, 95\% CI: 0.008 \sim 0.509, P = 0.009$)。WANG 等^[5]发现女性皮下脂肪深度的增加与车祸伤时腹部损伤严重程度 (最大简易损伤量表评分) 的降低显著相关 ($OR = 0.472, P = 0.009$)。这些研究均提示不同部位的腹部脂肪组织在创伤发生时的缓冲作用也不尽相同。

本研究将 PFT 定义为薄层 CT 图像上在患者健侧肾的肾静脉水平, 肾实质背侧缘至腰大肌外侧缘后腹壁的最大垂直距离, 并将其作为评估创伤患者肾周脂肪含量的指标, 用以探讨 PFT 与闭合性肾损伤严重程度的关系。研究结果提示高级别组的 PFT 与低级别组相比明显更低, 差异具有统计学意义 [$(4.4 \pm$

1.4)mm vs. (5.8±2.0)mm, $P=0.003$];在校正年龄、性别、BMI、糖尿病、保护装置以及合并脏器损伤后的多因素 logistic 回归分析中显示,PFT 每增加1 mm,发生高级别损伤的风险则降低 0.628 倍,提示 PFT 是高级别闭合性肾损伤的独立保护因素。HAKAM 等^[7]的一项研究报道将 PFT 定义为 CT 图像上患者健侧肾边缘至髂腰肌外侧缘的最大距离,该方法下 PFT 的增加与高级别肾损伤发生风险成负相关($OR=0.91, 95\% CI: 0.84\sim 0.98, P=0.015$),与本研究的结果一致。但髂腰肌外侧缘的 CT 定位在部分人群中难以辨认,而本文中对 PFT 的定义在测量时更为直观、便捷,更适合临床医生操作及应用。

尽管有研究认为决定保守治疗的闭合性肾损伤的患者不需要反复地进行 CT 检查,但仍有约 4%~25%的患者在 3 周内存在迟发性出血、损伤加重的可能,需要重复影像学检查并改变治疗方案。然而,重复影像学检查也会增加患者搬动时二次损伤的风险以及治疗费用^[11-14]。PFT 在初次受伤时的影像检查中即可获得,与闭合性肾损伤的程度以及治疗均密切相关,未来有可能用于预测该类患者伤后治疗结局的转归,以期减少患者影像学检查的次数及经济负担。

本研究同样分析了 BMI 与闭合性肾损伤严重程度的相关性,但差异无统计学意义($OR=1.017, 95\% CI: 0.810\sim 1.276, P=0.884$),这与既往探讨 BMI 和闭合性肾损伤相关性的研究结果不完全一致^[4,15-17],可能跟本研究中 BMI 分布有关,纳入的研究对象中肥胖以及 BMI>30 的患者相对较少。结合本研究的主要结论,BMI 虽然可以在一定程度上反映脂肪量或者肌肉量,且高 BMI 的患者会比低 BMI 患者拥有更多的脂肪,但不等于其 PFT 也更大,这间接提示与 BMI 相比,PFT 可能是预测特定人群中闭合性肾损伤严重程度更为可靠的指标。

近年来由于血管栓塞介入技术的广泛开展,接受开放手术治疗的高级别肾损伤的患者比例明显下降^[18]。GLYKAS 等^[19]报道了 54 例接受保守治疗及介入治疗的 AAST IV~V 级创伤性肾损伤患者的成功经验,认为高级别肾损伤在血流动力学稳定的前提下可以避免行开放手术治疗。通常肾周血肿面积的增大与介入治疗或手术治疗的干预比例呈正相关,直径 6 cm 的肾周血肿接受干预的比例比直径 4 cm 的肾周血肿患者明显升高^[20]。本研究中 76.7% 的患者采取了保守治疗,仅 3 例 AAST V 级的患者接受了开放手术治疗;单因素方差分析显示接受介入治疗的患者与接受保守治疗的患者其 PFT 差异具有统计学意义($P=0.015$),提示 PFT 在一定程度上能够反映闭

合性肾损伤患者的治疗方式选择,与肾周血肿大小相比,PFT 在测量时更具客观性。

综上所述,在闭合性肾损伤患者中 PFT 的增加与高级别肾损伤风险的降低密切相关,是预测闭合性肾损伤程度及治疗方式选择的相对客观指标。然而,本研究也存在一定的局限性:①创伤发生是多种因素共同作用的结果,而肾周脂肪也不是冲击源和肾之间唯一的脂肪组织。本研究由于样本量较少,并没有探讨肌肉骨骼组织、冲击力学等因素与闭合性肾损伤程度之间的关系。②尽管既往文献对 PFT 的灵敏度进行了可靠性验证,但不同学者对 PFT 的测量选择存在一定的差异,因此目前尚无统一的 PFT 数值对闭合性肾损伤程度进行分层^[6-7]。③由于部分高级别损伤患者(V 级)因伤情较重而紧急手术救治或死亡,因此缺少影像学资料而未纳入研究,增加了本研究样本的选择偏倚。针对上述的局限性,未来还需要大样本量、多中心的数据对本研究的结论进行验证。

参考文献:

- [1] ERLICH T, KITREY ND. Renal trauma: the current best practice[J]. Ther Adv Urol, 2018, 10(10): 295-303.
- [2] SANTUCCI RA, MCANINCH JM. Grade IV renal injuries: evaluation, treatment, and outcome[J]. World J Surg, 2001, 25(12): 1565-1572.
- [3] DVORAK JE, LESTER ELW, MALUSO PJ, et al. The obesity paradox in the trauma patient: normal may not be better[J]. World J Surg, 2020, 44(6): 1817-1823.
- [4] HAKAM N, NABAVIZADEH B, SADIGHIAN MJ, et al. The impact of obesity on renal trauma outcome: an analysis of the National Trauma Data Bank from 2013 to 2016[J]. World J Surg, 2021, 45(12): 3633-3642.
- [5] WANG SC, BEDNARSKI B, PATEL S, et al. Increased depth of subcutaneous fat is protective against abdominal injuries in motor vehicle collisions[J]. Annu Proc Assoc Adv Automot Med, 2003, 47: 545-559.
- [6] 杜柘彬, 张进, 孔文, 等. 肾周脂肪厚度对预测腹腔镜肾部分切除术手术相关因素价值的研究[J]. 现代泌尿生殖肿瘤杂志, 2016, 8(6): 341-344.
- [7] HAKAM N, LUI JL, SHAW NM, et al. Cushioning the blow: role of perirenal fat in renal trauma injury severity[J]. BJU Int, 2023, 31(2): 208-212.
- [8] KEIHANI S, XU Y, PRESSON AP, et al. Contemporary management of high-grade renal trauma: results from the American Association for the Surgery of Trauma Genitourinary Trauma study[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2018, 84(3): 418-425.

(下转第 247 页)

- [J]. J R Stat Soc Series B Stat Methodol, 1996, 58(1): 267-288.
- [14] SCHOBBER P, VETTER TR. Logistic regression in medical research[J]. Anesth Analg, 2021, 132(2): 365-366.
- [15] QUINLAN JR. Induction of decision trees[J]. Mach Learn, 1986, 1: 81-106.
- [16] BREIMAN L. Random Forests[J]. Mach Learn, 2001, 45(1): 5-32.
- [17] RISH I. An empirical study of the naive Bayes classifier[J]. J Univers Comput Sci, 2001, 1(2): 127.
- [18] 周航宇, 冯国双. 医学论文中 logistic 回归分析常见逻辑错误与案例分析[J]. 中华全科医师杂志, 2020, 19(12): 1194-1196.
- [19] HE P, MA Y, WU Y, et al. Exploring PANoptosis in breast cancer based on scRNA-seq and bulk-seq[J]. Front Endocrinol, 2023, 14: 1164930.
- [20] 陈旭, 尚攀峰. 局限性肾癌术后复发与手术相关因素的研究进展[J]. 中国微创外科杂志, 2022, 28(11): 903-908.
- [21] 韩雪阳, 高瞻, 刘勇. 术前全身炎症反应指数和纤维蛋白原在肾癌切除术后肿瘤预后的影响[J]. 临床泌尿外科杂志, 2021, 36(7): 567-572.
- [22] YUEJUN T, MEI H, SUOSHI J, et al. Clinical and prognostic effect of plasma fibrinogen in renal cell carcinoma: a meta-analysis[J]. Int BR, 2017; 20179591506.
- [23] SHI X, WANG X, YAO W, et al. Mechanism insights and therapeutic intervention of tumor metastasis: latest developments and perspectives[J]. Signal Transduct Target Ther, 2024, 9(1): 192.
- [24] 谢瑞, 洪含霞. 血栓弹力图评估肾肿瘤患者术前凝血状态的临床价值研究[J]. 国际泌尿系统杂志, 2021, 41(2): 287-290.
- [25] GUYON I, ELISSEEFF A. An introduction to variable and feature selection[J]. J Mach Learn Res, 2003, 3: 1157-1182.
- [26] WILLIAMS CKI, BARBER D. Bayesian classification with Gaussian processes[J]. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, 1998, 20(12): 1342-1351.
- (编辑 郭楚君)

(上接第 239 页)

- [9] JAVANMARD B, FALLAH-KARKAN M, RAZZAGHI M, et al. Characteristics of traumatic urogenital injuries in emergency department: a 10-year cross-sectional study [J]. Arch Acad Emerg Med, 2019, 7(1): e63.
- [10] TEE YS, CHENG CT, HSIEH CH, et al. Does a "cushion effect" really exist? A morphomic analysis of vulnerable road users with serious blunt abdominal injury[J]. Healthcare (Basel), 2021, 9(8): 1006.
- [11] PETRONE P, PEREZ-CALVO J, BRATHWAITE CEM, et al. Traumatic kidney injuries: a systematic review and meta-analysis [J]. Int J Surg, 2020, 74(2020): 13-21.
- [12] 程伟, 占鹏程, 虞学助, 等. 肾损伤患者 151 例临床分析[J]. 浙江医学, 2019, 41(7): 688-690.
- [13] KELLY CE, BOWERS KE, HOLTON AE, et al. Non-operatively managed blunt and penetrating renal trauma: does early follow up CT scan change management? A systematic review [J]. Injury, 2022, 53(1): 69-75.
- [14] LINDNER AK, LUGER AK, FRITZ J, et al. Do we need repeated CT imaging in uncomplicated blunt renal injuries? Experiences of a high-volume urological trauma centre[J]. World J Emerg Surg, 2022, 17(1): 38.
- [15] STRENG KW, VOORS AA, HILLEGE HL, et al. Waist-to-hip ratio and mortality in heart failure[J]. Eur J Heart Fail, 2018, 20(9): 1269-1277.
- [16] FU CY, BAJANI F, BUTLER C, et al. Morbid obesity's silver lining: an armor for hollow viscus in blunt abdominal trauma[J]. World J Surg, 2019, 43(4): 1007-1013.
- [17] KURTZ MP, ESWARA JR, VETTER JM, et al. Blunt abdominal trauma from motor vehicle collisions from 2007 to 2011: renal injury probability and severity in children versus adults[J]. J Urol, 2017, 197(3 Pt 2): 906-910.
- [18] MOREY AF, BROGHAMMER JA, HOLLOWELL CMP, et al. Urotrauma guideline 2020: AUA guideline[J]. J Urol, 2021, 205(1): 30-35.
- [19] GLYKAS I, FRAGKOULIS C, PAIZIS T, et al. Conservative management of grade 4 and 5 renal injuries: a high-volume trauma center experience[J]. Urologia, 2021, 88(4): 287-291.
- [20] ZEMP L, MANN U, ROURKE KF. Perinephric hematoma size is independently associated with the need for urological intervention in multisystem blunt renal trauma[J]. J Urol, 2018, 199(5): 1283-1288.
- (编辑 郭楚君)