

## 衰弱与老年髋部骨折术后急性肾损伤的关系

叶淑君, 张楷弘, 孙晓满, 张欢楷, 黄志良, 杨铎\*, 张隆盛\*

揭阳市人民医院麻醉科, 广东揭阳 522000

[中图分类号] R614 [文献标志码] A [DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.0073.2024.0926

[声明] 本文所有作者声明无利益冲突

[引用本文] 叶淑君, 张楷弘, 孙晓满, 等. 衰弱与老年髋部骨折术后急性肾损伤的关系[J]. 解放军医学杂志, 2025, 50(7): 831-838.

[收稿日期] 2024-01-16 [录用日期] 2024-03-28 [上线日期] 2024-09-26

**[摘要]** **目的** 分析衰弱与老年髋部骨折术后急性肾损伤(AKI)的关系。**方法** 收集2021年8月—2023年1月在揭阳市人民医院行髋部骨折手术的405例老年患者的临床资料进行回顾性分析。根据术前改良衰弱指数(mFI)分为衰弱组(mFI $\geq$ 0.27,  $n=112$ )与非衰弱组(mFI $<$ 0.27,  $n=293$ ), 根据改善全球肾脏病预后(KDIGO)标准进行术后AKI定义, 经1:1倾向性评分匹配(PSM)后, 每组有100例成功匹配。采用单因素及多因素logistic回归模型、倾向性评分校正、PSM、逆概率加权(IPTW)、标准化死亡比加权(SMRW)、成对算法(PA)加权、重叠加权(OW)方法分析衰弱与术后AKI的关系; 并按年龄( $\geq$ 80岁或 $<$ 80岁)、性别、是否使用血管紧张素转换酶抑制剂(ACEI)/血管紧张素II受体拮抗剂(ARB)、是否出现术中低血压进行分层分析。**结果** 经PSM后, 两组在年龄、性别、手术类型、ACEI/ARB、尿素氮、肌酐、术中失血量、术中低血压方面差异无统计学意义( $P>0.05$ ), 标准化均数差(SMD)均 $<0.1$ 。在原始队列及匹配队列中衰弱组AKI发生率均高于非衰弱组(25.9% vs. 8.9%,  $P<0.001$ ; 28.0% vs. 11.0%,  $P=0.002$ )。对衰弱组老年髋部骨折患者术后AKI的发生风险进行分析发现, 与非衰弱组相比, 单因素logistic回归结果显示OR(95%CI)为3.59(2.00~6.43),  $P<0.001$ ; 多因素logistic回归结果显示OR(95%CI)为3.04(1.55~5.95),  $P=0.001$ ; 倾向性评分校正后OR(95%CI)为2.85(1.52~5.34),  $P=0.001$ ; PSM后OR(95%CI)为3.15(1.47~6.75),  $P=0.003$ ; IPTW、SMRW、PA加权、OW后OR(95%CI)分别为2.48(1.37~4.50)、2.43(1.41~4.19)、2.63(1.25~5.54)和2.69(1.07~6.78),  $P<0.05$ 。分层分析发现, 年龄、性别、ACEI/ARB、术中低血压均不存在交互作用( $P>0.05$ )。**结论** 在老年髋部骨折患者中, 术前衰弱可能是术后AKI的危险因素。

**[关键词]** 衰弱; 改良衰弱指数; 髋部骨折; 急性肾损伤; 倾向性评分分析

### Relationship between frailty and acute kidney injury after hip fracture surgery in the elderly

Ye Shu-Jun, Zhang Kai-Hong, Sun Xiao-Man, Zhang Huan-Kai, Huang Zhi-Liang, Yang Duo\*, Zhang Long-Sheng\*

Department of Anesthesiology, Jieyang People's Hospital, Jieyang, Guangdong 522000, China

\*Corresponding author. Yang Duo, E-mail: 15775096614@163.com; Zhang Long-Sheng, E-mail: 13925603360@163.com

This work was supported by the Guangdong Medical Scientific Research Foundation (A2021400, B2022294), and the Scientific Research Project of Traditional Chinese Medicine in Guangdong Province (20191409, 20201463)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the relationship between frailty and acute kidney injury (AKI) after hip fracture surgery in the elderly. **Methods** A total of 405 elderly patients who underwent hip fracture surgery in Jieyang People's Hospital from August 2021 to January 2023 were retrospectively analysed. According to the modified frailty index (mFI), they were divided into frail group (mFI $\geq$ 0.27,  $n=112$ ) and non-frail group (mFI $<$ 0.27,  $n=293$ ). Postoperative AKI was defined according to the Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) criteria. After 1:1 propensity score matching (PSM), 100 cases in each group were successfully matched. Univariable and multivariable logistic regression models, propensity score adjustment, PSM, inverse probability of treatment weighting (IPTW), standardized mortality ratio weighting (SMRW), pairwise algorithm (PA) weighting, and overlap weighting (OW) methods were used to analyze the relationship between frailty and postoperative AKI. Stratified analyses were performed according to age ( $\geq$ 80 or  $<$ 80 years), gender, whether angiotensin-converting enzyme inhibitors (ACEI)/angiotensin II

**[基金项目]** 广东省医学科研基金(A2021400, B2022294); 广东省中医药局面上科研项目(20191409, 20201463)

**[作者简介]** 叶淑君, 硕士研究生, 主要从事围手术期器官保护方面的研究

**[通信作者]** 杨铎, E-mail: 15775096614@163.com; 张隆盛, E-mail: 13925603360@163.com

receptor antagonists (ARB) were used, and whether intraoperative hypotension occurred. **Results** After PSM, there were no significant differences between the two groups in age, sex, surgical type, ACEI/ARB, blood urea nitrogen, serum creatinine, intraoperative blood loss, and intraoperative hypotension [standardized mean difference (SMD) <0.1]. In both the original cohort and the matched cohort, the incidence of AKI was higher in frail group than in non-frail group (25.9% vs. 8.9%,  $P<0.001$ ; 28.0% vs. 11.0%,  $P=0.002$ ). Analysis of the risk of postoperative AKI in elderly hip fracture patients in frail group found that compared with the non-frail group, in the univariate logistic regression model the odds ratio (OR) and a 95% confidence interval (CI) for the frail group was 3.59 (2.00-6.43),  $P<0.001$ , and in the multivariable logistic regression model, the OR(95%CI) for frail group was 3.04(1.55-5.95),  $P=0.001$ . After adjustment for propensity score, the OR(95%CI) for frail group was 2.85(1.52-5.34),  $P=0.001$ , and the OR(95%CI) for frail group after PSM was 3.15(1.47-6.75),  $P=0.003$ . After IPTW, SMRW, PA weighting, and OW, the OR(95%CI) for frail group were 2.48(1.37-4.50), 2.43(1.41-4.19), 2.63(1.25-5.54), and 2.69(1.07-6.78), respectively, with  $P<0.05$ . The interaction tests were not statistically significant for age, sex, use of ACEI/ARB, and intraoperative hypotension ( $P>0.05$ ). **Conclusion** In elderly patients with hip fractures, preoperative frailty may be a risk factor for postoperative AKI.

**[Key words]** frailty; modified frailty index; hip fracture; acute kidney injury; propensity score analysis

2020年我国60岁以上人口超过2.5亿,2025年将超过3亿<sup>[1]</sup>。随着老年人口数的日益增长,老年骨质疏松性骨折也逐年增多,特别是髌部骨折,其术后相关并发症严重,致残率、致死率、医疗费用均较高,给家庭及社会带来了沉重负担<sup>[2]</sup>。早期积极手术治疗是髌部骨折的首选处理手段。有研究表明,髌部骨折后36h内进行手术可降低30d及1年死亡率<sup>[3]</sup>。急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)是髌部骨折术后的常见并发症,也是髌部骨折患者住院期间及远期死亡的重要预测因子<sup>[4]</sup>,与住院时间延长、中远期死亡率及医疗费用增加相关<sup>[5]</sup>。目前髌部骨折术后发生AKI的危险因素尚未完全明确。既往研究发现,男性、高龄、糖尿病、高血压、心肌梗死、慢性肾脏病、髌关节置换术、术前尿素氮水平高、术前血清肌酐(serum creatinine, Scr)水平高、术前肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)低、使用血管紧张素转化酶抑制剂(angiotensin converting enzyme inhibitors, ACEI)/血管紧张素II受体拮抗剂(angiotensin II receptor blocker, ARB)、术中出血量多可能是髌部骨折术后AKI的预测因素<sup>[6-7]</sup>。衰弱是一种与年龄增加有关的老年综合征<sup>[8]</sup>,在社区及住院老年人(>85岁)中发生率均较高,其中社区老年人衰弱发生率为25%~50%,住院老年人衰弱发生率约为30%<sup>[9]</sup>,且衰弱老年人的住院率、并发症发生率、病死率高,住院时间长。衰弱与慢性肾脏疾病的关系已被证实,但目前衰弱与AKI的相关关系研究仍较少,而髌部骨折患者术前衰弱与术后AKI的相关关系研究更少,因此需深入探讨衰弱与术后AKI的相关性,使衰弱评估这一手术风险预测工具得到更加充分的利用。本研究探讨了衰弱与老年髌部骨折术后AKI的关系。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 选择2021年8月—2023年1月在揭

阳市人民医院行髌部骨折手术的老年患者419例,除外终末期肾脏病患者10例、重复入院患者4例,最终纳入405例进行回顾性分析。根据术前改良衰弱指数(modified frailty index, mFI)将405例患者分为衰弱组( $n=112$ )与非衰弱组( $n=293$ )。在11项mFI条目中存在3项及以上者为衰弱,即 $mFI\geq 0.27$ 时纳入衰弱组, $mFI<0.27$ 时纳入非衰弱组<sup>[10-11]</sup>;采用1:1倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM),卡钳值设为0.2,每组各有100例患者进入匹配队列。纳入标准:(1)年龄 $\geq 60$ 岁,性别不限;(2)骨折部位为股骨颈骨折、股骨粗隆间骨折、股骨粗隆下骨折;(3)手术类型为股骨头置换术、全髌关节置换术、股骨骨折闭合复位内固定术;(4)重复入院者只取首次入院数据。排除标准:(1)终末期肾病[GFR<15 ml/(1.73 m<sup>2</sup>·min)]或需要肾脏替代治疗;(2)缺少术前或术后Scr的数据。本研究获揭阳市人民医院伦理委员会批准(2023031),符合《赫尔辛基宣言》和《加强流行病学观察性研究报告指南》以及中国的相关法律法规。

**1.2 临床资料收集** (1)人口学特征,年龄、性别、美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级、骨折类型、手术类型、术前住院时间;(2)术前11项mFI条目,非独立功能状态、糖尿病史、慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)或肺炎、充血性心力衰竭、心肌梗死、经皮冠状动脉介入治疗或心脏手术或心绞痛病史、高血压病史、周围血管疾病或静息疼痛、感觉受损、短暂性脑缺血发作或脑血管意外(未遗留后遗症)、脑血管意外(遗留有后遗症)<sup>[12]</sup>;(3)实验室检查,选取术前最近的一次结果,包括术前白细胞计数、血红蛋白、血小板计数、红细胞分布宽度、白蛋白、Scr、尿素氮,以及术后7d内的Scr;(4)术前用药,利尿药、非甾体抗炎药、ACEI/ARB、抗凝/抗血小板药物;(5)术中特征,术中失血量、尿量、补液量、低血压(术中收缩压<80 mmHg或平均动脉

压 $<55\sim 60$  mmHg持续5 min以上)、红细胞输注、血管活性药物使用、手术时间、麻醉方式(椎管内麻醉/全身麻醉);(6)次要结局指标,院内死亡、住院时间、术后住院时间、住院费用。

**1.3 AKI的诊断标准** 根据改善全球肾脏病预后(Kidney Disease: Improving Global Outcomes, KDIGO)的标准进行术后AKI定义,将患者术前最近一次的Scr水平作为基线值,当患者术后1~7 d的Scr水平满足以下任一条件时诊断为AKI:(1)术后48 h内Scr绝对值升高 $\geq 26.5$   $\mu\text{mol/L}$ ; (2)术后7 d内Scr水平较基线值升高 $\geq 50\%$ 。AKI分期标准:1期,Scr绝对值升高 $\geq 26.5$   $\mu\text{mol/L}$ 或较基线值升高 $\geq 50\%$ 且 $<100\%$ ; 2期,Scr水平较基线值升高 $\geq 100\%$ ,但 $<200\%$ ; 3期,Scr升高至 $353.6$   $\mu\text{mol/L}$ 或较基线值升高 $\geq 200\%$ 或开始肾脏替代治疗<sup>[13]</sup>。

**1.4 术前衰弱与主要结局指标AKI的关系分析** 采用单因素和多因素logistic回归分析术前衰弱与主要结局指标AKI的关系。在多因素logistic回归模型中,调整的协变量的选择基于以往研究发现及临床经验;另外,当添加到回归模型时,将匹配的OR值改变达到10%以上的所有变量纳入多因素logistic回归模型中<sup>[14]</sup>。为了使结果更加可靠,利用PSM、逆概率加权(inverse probability of treatment weighting, IPTW)、标准化死亡比加权(standardized mortality ratio weighting, SMRW)、成对算法(pairwise algorithm, PA)加权、重叠加权(overlap weighting, OW)方法调整协变量,并计算标准化均数差(standardized mean difference, SMD), $\text{SMD}<0.1$ 表示两组间协变量均衡可比。根据年龄( $\geq 80$ 岁或 $<80$ 岁)、性别、是否使用ACEI/ARB药物、是否出现术中低血压进行分层分析,探讨是否存在交互作用。

**1.5 统计学处理** 采用R语言(4.0.2版本)进行统计分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用成组 $t$ 检验;非正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,两组间比较采用Mann-Whitney  $U$ 检验;计数资料以例(%)表示,两组间比较采用 $\chi^2$ 检验或Fisher's确切概率法。对于数据缺失值达到20%以上的变量(吸烟、身高、体重)直接删除,其他收集的变量未存在缺失。所有统计检验均采用双侧检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 基线特征** PSM前,衰弱组与非衰弱组患者的性别、ASA分级、手术类型、术前住院时间、利尿药、非甾体抗炎药、ACEI/ARB、白蛋白、麻醉方式差异均有统计学意义( $P<0.05$ ,表1)。

**2.2 协变量比较** 基于以往研究发现及临床经验,

纳入的协变量有年龄、性别、手术类型、ACEI/ARB、尿素氮、Scr、术中失血量、术中低血压。将两组数据进行PSM后计算SMD值,结果显示原始队列中多个协变量的 $\text{SMD}>0.1$ ,匹配队列中各个协变量的 $\text{SMD}<0.1$ (表2)。

**2.3 主要结局指标比较** 原始队列中衰弱发生率为27.7%(112/405),术后AKI发生率为13.6%(55/405),其中非衰弱组发生术后AKI 26例(8.9%),衰弱组发生术后AKI 29例(25.9%)。匹配队列中非衰弱组发生术后AKI 11例(11.0%),衰弱组发生术后AKI 28例(28.0%),在原始队列及匹配队列中衰弱组AKI发生率均高于非衰弱组(25.9% vs. 8.9%, $P<0.001$ ; 28.0% vs. 11.0%, $P=0.002$ )。AKI分期方面,原始队列及匹配队列的非衰弱组中发生的AKI均为1期,而衰弱组有3例为2期,其余为1期。

**2.4 衰弱与术后AKI的关系** 在单因素logistic回归模型中,与非衰弱组相比,衰弱组发生术后AKI的OR(95%CI)为3.59(2.00~6.43), $P<0.001$ ;多因素logistic回归模型中,与非衰弱组相比,衰弱组发生术后AKI的OR(95%CI)为3.04(1.55~5.95), $P=0.001$ ;倾向性评分校正后,与非衰弱组相比,衰弱组发生术后AKI的OR(95%CI)为2.85(1.52~5.34), $P=0.001$ ;PSM后,与非衰弱组相比,衰弱组发生术后AKI的OR(95%CI)为3.15(1.47~6.75), $P=0.003$ ;IPTW、SMRW、PA加权、OW后,与非衰弱组相比,衰弱组发生术后AKI的OR(95%CI)分别为2.48(1.37~4.50)、2.43(1.41~4.19)、2.63(1.25~5.54)和2.69(1.07~6.78)( $P<0.05$ ,图1)。

年龄、性别、ACEI/ARB、术中低血压交互作用的 $P$ 值均 $>0.05$ ,即交互作用不明显。如图2所示。

**2.5 次要结局指标比较** PSM后的匹配队列中,与非衰弱组相比,衰弱组的住院时间及术后住院时间均较长( $P=0.003$ , $P=0.033$ ),住院费用较高( $P=0.012$ ),而两组院内病死率比较差异无统计学意义( $P=0.369$ ,表3)。

## 3 讨 论

在随机对照试验中,随机化确保了试验组与对照组基线特征的平衡。但现实中的研究很难做到随机化,常常受到混杂因素的影响,导致组间分配不均衡,因此常需要采用各种方法来控制混杂因素。倾向性评分法(propensity score, PS)常用于观察性研究,能够控制混杂和估计治疗或暴露的因果效应<sup>[15-17]</sup>,可在一定程度上降低自变量的维度。PS由Rosenbaum和Rubin提出,主要包括4种方法,分别为PSM、倾向性评分校正、倾向性评分加权、倾向性评分分层,目前PSM使用较多<sup>[18]</sup>。本研究应用单

表1 两组老年髋部骨折患者基线资料比较

Tab.1 Comparison of the general data between two groups of aged patients with hip fracture

项目	总计(n=405)	非衰弱组(n=293)	衰弱组(n=112)	P
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	79.8±9.7	80.3±10.1	78.7±8.6	0.161
性别[例(%)]				0.004
男	130(32.1)	82(28.0)	48(42.9)	
女	275(67.9)	211(72.0)	64(57.1)	
ASA分级[例(%)]				<0.001
Ⅱ级	188(46.4)	163(55.6)	25(22.3)	
Ⅲ级	212(52.3)	128(43.7)	84(75.0)	
Ⅳ级	5(1.2)	2(0.7)	3(2.7)	
骨折类型[例(%)]				0.451
股骨颈骨折	232(57.3)	166(56.7)	66(58.9)	
股骨粗隆间骨折	169(41.7)	125(42.7)	44(39.3)	
股骨粗隆下骨折	4(1.0)	2(0.7)	2(1.8)	
手术类型[例(%)]				0.009
全髋关节置换术	46(11.4)	41(14.0)	5(4.5)	
股骨头置换术	177(43.7)	118(40.3)	59(52.7)	
骨折闭合复位内固定术	182(44.9)	134(45.7)	48(42.9)	
术前住院时间[d, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	4.0(3.0, 6.0)	4.0(2.0, 5.0)	5.0(3.0, 7.0)	<0.001
利尿药[例(%)]	65(16.0)	37(12.6)	28(25.0)	0.002
非甾体抗炎药[例(%)]	341(84.2)	255(87.0)	86(76.8)	0.011
ACEI/ARB[例(%)]	179(44.2)	107(36.5)	72(64.3)	<0.001
抗凝/抗血小板药[例(%)]	31(7.7)	20(6.8)	11(9.8)	0.310
白细胞计数( $\times 10^9/L$ , $\bar{x}\pm s$ )	8.8±2.8	8.8±3.0	8.9±2.5	0.802
血红蛋白(g/L, $\bar{x}\pm s$ )	112.7±19.3	112.3±18.7	113.4±21.0	0.610
血小板计数( $\times 10^9/L$ , $\bar{x}\pm s$ )	231.7±84.1	228.5±82.4	239.9±88.2	0.224
红细胞分布宽度(% , $\bar{x}\pm s$ )	13.7±1.7	13.7±1.6	13.7±1.8	0.980
白蛋白(g/L, $\bar{x}\pm s$ )	34.6±4.1	34.9±4.2	33.9±4.0	0.021
Scr( $\mu\text{mol/L}$ , $\bar{x}\pm s$ )	74.1±34.2	72.1±29.7	79.2±43.7	0.065
尿素氮(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	46.6±17.3	46.2±15.7	47.7±21.0	0.442
术中失血量(ml, $\bar{x}\pm s$ )	68.1±52.6	66.6±44.0	72.2±70.4	0.945
术中尿量(ml, $\bar{x}\pm s$ )	189.5±148.8	191.2±155.8	185.3±129.0	0.127
术中补液量(ml, $\bar{x}\pm s$ )	781.1±281.3	776.1±265.4	794.0±320.0	0.567
术中低血压[例(%)]	53(13.1)	35(11.9)	18(16.1)	0.271
术中红细胞输注[例(%)]	15(3.7)	12(4.1)	3(2.7)	0.769
术中血管活性药物使用[例(%)]	99(24.4)	69(23.5)	30(26.8)	0.498
手术时间(min, $\bar{x}\pm s$ )	70.9±23.4	71.5±24.3	69.3±21.0	0.391
麻醉方式[椎管内麻醉, 例(%)]	379(93.6)	280(95.6)	99(88.4)	0.008

ASA. 美国麻醉医师协会; ACEI/ARB. 血管紧张素转化酶抑制剂/血管紧张素 II 受体拮抗剂; Scr. 血清肌酐

因素及多因素 logistic 回归模型分析术前衰弱与老年髋部骨折术后 AKI 的关系, 结果显示, 术前衰弱可能是老年髋部骨折患者术后发生 AKI 的危险因素。此外, 采用 PSM 对原始队列进行匹配, 并进一步分析术前衰弱与老年髋部骨折术后 AKI 的关系, 得出了一致的结果。作为敏感性分析方法, 倾向性评分校正、IPTW、SMRW、PA 加权、OW 显示出了结果的稳健性<sup>[19]</sup>。另外, 在匹配后的队列中对衰弱与术

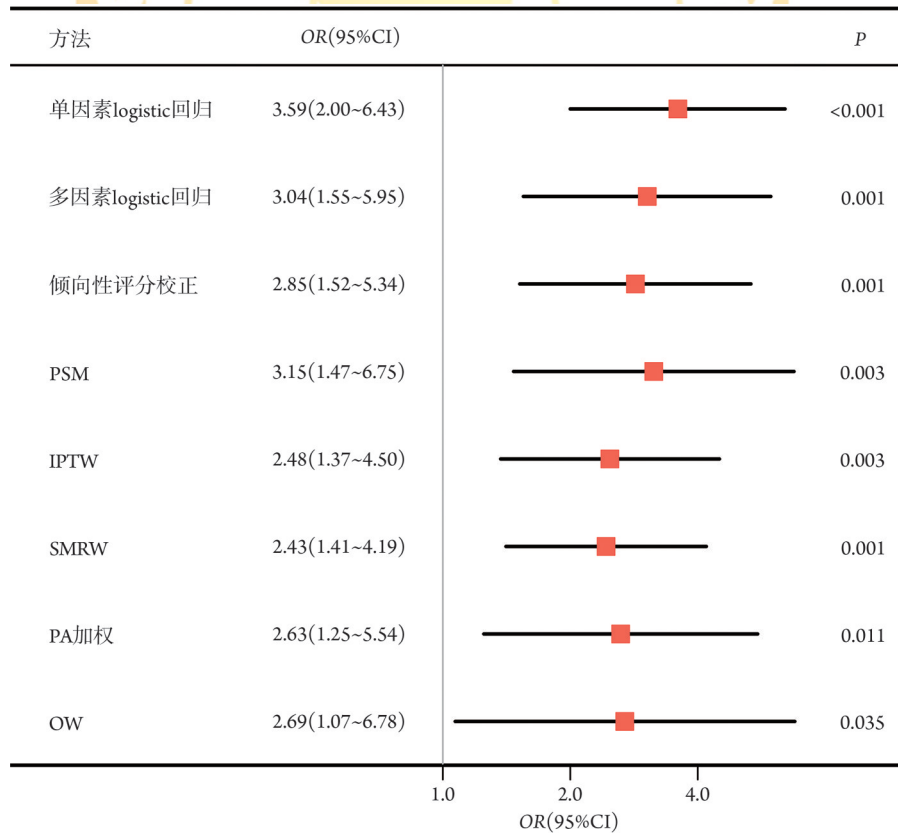
后 AKI 之间的关系进行分层分析, 结果显示, 衰弱与术后 AKI 的关系在各个分层中结果稳定。衰弱是一种不良预后指标, 已被证实与术后并发症增加相关<sup>[20]</sup>, 其对预测术后不良结局的有效性已被广泛研究, 目前已有证据表明衰弱与 AKI 的发生相关, 衰弱患者发生术后 AKI 的风险更高, 肾功能损伤更重<sup>[21]</sup>。本研究髋部骨折患者术后 AKI 的发生率为 13.6%, 在原始队列及匹配队列中衰弱组术后 AKI 的

表2 倾向性评分匹配(PSM)前后衰弱组和非衰弱组老年髋部骨折患者的协变量比较

Tab.2 Comparison of covariates between the frail and non-frail groups of aged patients with hip fracture before and after propensity score matching (PSM)

协变量	原始队列			匹配队列		
	非衰弱组(n=293)	衰弱组(n=112)	SMD	非衰弱组(n=100)	衰弱组(n=100)	SMD
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	80.3±10.1	78.7±8.6	0.162	78.7±9.1	78.9±8.7	0.027
性别[例(%)]			0.315			0.020
男	82(28.0)	48(42.9)		42(42.0)	41(41.0)	
女	211(72.0)	64(57.1)		58(58.0)	59(59.0)	
手术类型[例(%)]			0.371			0.021
全髋关节置换术	41(14.0)	5(4.5)		5(5.0)	5(5.0)	
股骨头置换术	118(40.3)	59(52.7)		48(48.0)	49(49.0)	
骨折闭合复位内固定术	134(45.7)	48(42.9)		47(47.0)	46(46.0)	
ACEI/ARB[例(%)]	107(36.5)	72(64.3)	0.578	60(60.0)	61(61.0)	0.020
尿素氮(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	46.2±15.7	47.7±21.1	0.080	45.8±16.0	46.5±19.5	0.038
Scr( $\mu$ mol/L, $\bar{x}\pm s$ )	72.1±29.7	79.2±43.7	0.188	79.9±35.0	80.0±44.9	0.003
术中失血量(ml, $\bar{x}\pm s$ )	66.6±44.0	72.2±70.4	0.097	69.0±44.6	69.1±60.3	0.002
术中低血压[例(%)]	35(11.9)	18(16.1)	0.119	15(15.0)	15(15.0)	<0.001

SMD. 标准化均数差; ACEI/ARB. 血管紧张素转化酶抑制剂/血管紧张素 II 受体拮抗剂; Scr. 血清肌酐



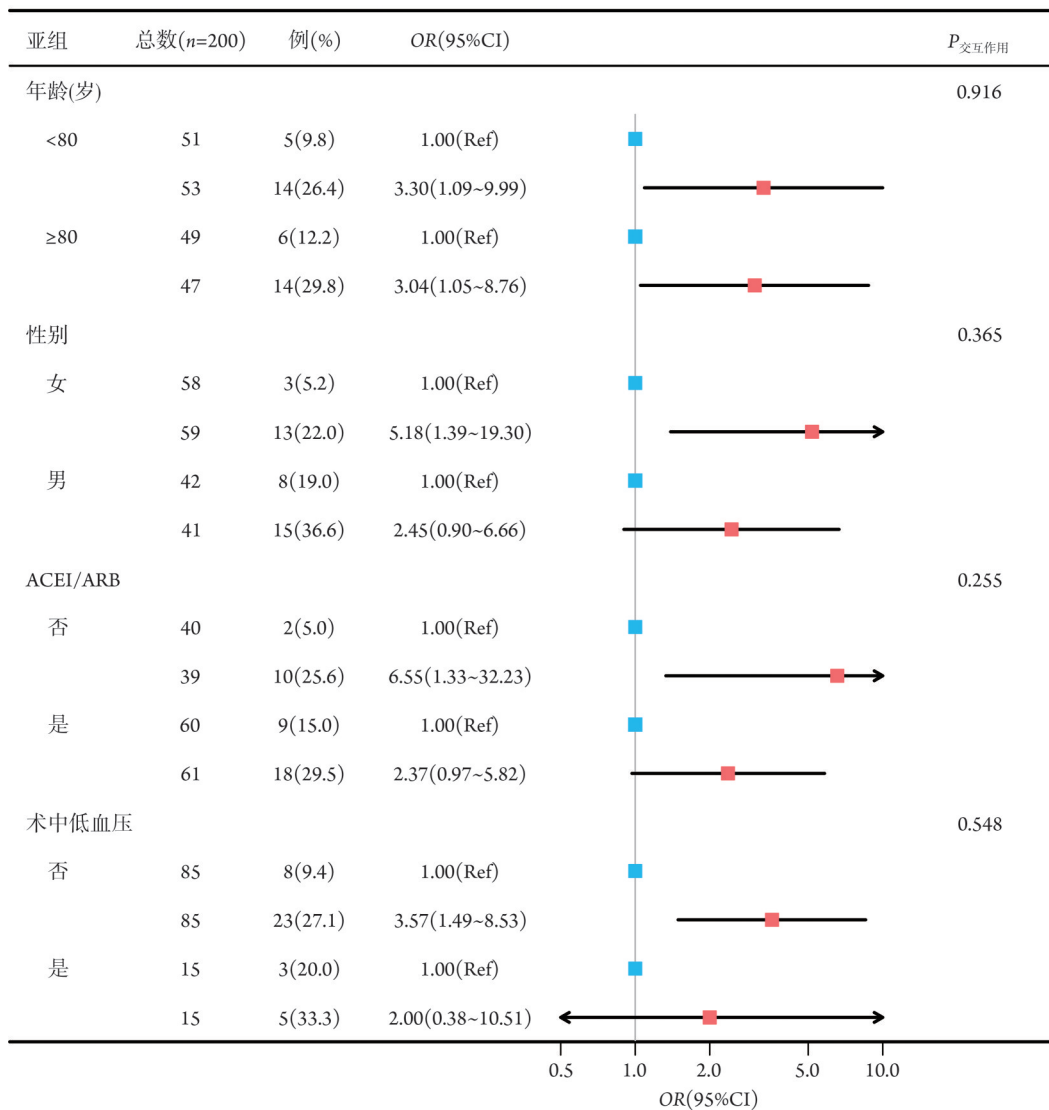
OR. 比值比; 95%CI. 95%置信区间; AKI. 急性肾损伤; PSM. 倾向性评分匹配; IPTW. 逆概率加权; SMRW. 标准化死亡比加权; PA. 成对算法; OW. 重叠加权

图1 单因素和多因素 logistic 回归模型及倾向性评分分析衰弱与老年髋部骨折术后AKI的关系

Fig.1 Relationship between frailty and AKI after hip fracture surgery in the elderly in the univariable and multivariable logistic regression model, and propensity score analysis

发生率均高于非衰弱组。既往研究报道的髋部骨折术后AKI发生率为8%~24%<sup>[22]</sup>, 这一范围可能归因于

AKI定义的差异及观察时间和人群的不同。通过制订精准的术前风险评估策略, 可为早期诊断和干预



OR. 比值比; 95%CI. 95%置信区间; Ref. 参照组(非衰弱组患者); ACEI/ARB. 血管紧张素转化酶抑制剂/血管紧张素 II 受体拮抗剂; 例(%)表示发生后AKI的例数及百分比

图2 两组老年髋部骨折患者匹配队列的分层分析

Fig.2 Stratified analyses of matched cohort on two groups of aged patients with hip fracture

表3 倾向性评分匹配(PSM)后两组老年髋部骨折患者次要结局指标比较

Tab.3 Comparison of secondary outcomes between the two groups of aged patients with hip fracture after propensity score matching (PSM)

次要结局指标	非衰弱组 (n=100)	衰弱组 (n=100)	P
院内死亡[例(%)]	1(1.0)	4(4.0)	0.369
住院时间[d, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	11.5(9.0, 16.2)	15.0(11.0, 21.0)	0.003
术后住院时间[d, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	7.0(6.0, 11.0)	9.0(6.0, 14.0)	0.033
住院费用(元, $\bar{x} \pm s$ )	33 832.9 ± 21 013.6	44 850.3 ± 38 171.8	0.012

提供支持,有助于降低术后AKI的发生率。

术后AKI是手术的常见并发症,发生率较高,对术后结局影响较大,与住院时间延长、住院费用

增加、ICU住院率增高、30 d再入院率增高等相关<sup>[23]</sup>。AKI在住院患者中发生率较高,特别是在接受心脏手术的患者中更为常见,在ICU患者中发生率高达50%<sup>[24]</sup>。AKI的定义随着研究的进展出现了多次更新,在研究中曾使用不同的标准,如“风险、损伤、衰竭、功能丧失和终末期肾病”(RIFLE)标准、AKI网络标准和KDIGO标准。目前较为常用的是KDIGO标准,该标准检测AKI更加灵敏,因此本研究使用KDIGO标准。既往研究显示,术前肾毒性药物(包括非甾体抗炎药、某些抗生素如氨基糖苷类药物、利尿剂、ACEI/ARB等)的使用、糖尿病、既往肾脏疾病、术前血尿素氮水平高、术前GFR低、术前血红蛋白水平低、手术类型(双极半髋关节置换术)、术前Scr水平高和术中低血压、术中失血量多、

手术时间长等都是术后AKI的危险因素<sup>[25-26]</sup>。

髋部骨折患者衰弱发生率较高。本研究中髋部骨折术前衰弱发生率为27.7%，而既往有研究表明我国骨科手术患者术前衰弱的发生率高达50.5%<sup>[27]</sup>，该数据的差异可能与纳入人群的基线资料水平、例数、衰弱评估方法等不同有关<sup>[28]</sup>。常用的衰弱评估工具包括Fried衰弱表型模型、衰弱指数、简化的衰弱指数、临床衰弱水平量表、老年综合评估、基于老年综合评估的衰弱指数、骨质疏松性骨折研究指数、简易体能情况量表、埃德蒙特衰弱量表、mFI、改良后5个条目衰弱指数、格列宁根衰弱指标等<sup>[29-30]</sup>，本研究使用mFI进行术前衰弱评估。mFI各条目的数据可通过简单病史采集和体格检查提取，方便临床医师使用，目前应用较为广泛。既往大量研究均以mFI $\geq$ 0.27作为衰弱与非衰弱的分界值。在一项分析衰弱与食管癌切除术后肺炎关系的研究中，将mFI $\geq$ 0.27归类为衰弱组，结果显示，mFI $\geq$ 0.27的患者术后肺炎发生率更高<sup>[11]</sup>。Kweh等<sup>[10]</sup>发现，在老年脊柱手术患者中，mFI $\geq$ 0.27与术后主要并发症的发生、术后手术部位感染、6个月死亡率明显相关，mFI $\geq$ 0.27是患者术后不良结局的危险因素。因此本研究使用mFI评估老年髋部骨折患者的术前衰弱状态，将mFI $\geq$ 0.27者纳入衰弱组。

本研究在PSM后的匹配队列中发现，衰弱组住院时间、术后住院时间延长，住院费用增加，既往也有研究指出衰弱患者术后30d并发症发生率、再住院率、再手术率增高，医疗费用增加，住院时间延长，术前衰弱评估和术后临床医师的重视(如早期发现并发症、早期活动、营养优化等)已被证实可减少并发症的发生并改善整体手术结局，确定和优化高危患者的治疗计划有助于减少术后不良事件的发生<sup>[31]</sup>。Yan等<sup>[32]</sup>的Meta分析发现，与非衰弱患者相比，老年髋部骨折衰弱患者围手术期并发症发生率增高，住院时间延长。

综上所述，本研究结果表明，老年髋部骨折衰弱患者术后AKI发生率高于非衰弱患者，衰弱可能是老年髋部骨折患者术后AKI的危险因素，衰弱患者术后发生不良结局的风险增高。对老年髋部骨折患者进行术前衰弱评估，及时识别衰弱患者并进行早期干预，可能有助于降低术后AKI的发生率，改善预后。但本研究为单中心回顾性队列研究，样本量较小，未来需要纳入更多患者进行前瞻性多中心研究来进一步验证该结果的准确性。

#### 【参考文献】

[1] 刘丹. 中国人口老龄化发展现状、成因与对策[J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(16): 4123-4126.

- [2] 张赫, 刘曼, 倪嘉鸿, 等. 老年人髋部骨折与骨密度相关性研究[J]. 临床军医杂志, 2024, 52(2): 153-155.
- [3] Keohane D, Downey C, Sheridan GA, et al. Hip fracture surgery within 36 hours reduces both 30-day and 1-year mortality rates[J]. *Surgeon*, 2022, 20(4): 262-267.
- [4] Abu-Saleh A, Feintuch L, Shani A, et al. Insertion of a urinary catheter on admission lowers acute kidney injury incidence in patients with hip fractures[J]. *Int Orthop*, 2023, 47(5): 1345-1352.
- [5] Pan L, Liu Z, Wu H, et al. Construction and validation of a nomogram for predicting acute kidney injury after hip fracture surgery[J]. *Clin Interv Aging*, 2023, 18: 181-191.
- [6] Li ZC, Pu YC, Wang J, et al. The prevalence and risk factors of acute kidney injury in patients undergoing hip fracture surgery: a meta-analysis[J]. *Bioengineered*, 2021, 12(1): 1976-1985.
- [7] Zhou X, Zhang Y, Teng Y, et al. Predictors of postoperative acute kidney injury in patients undergoing hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Injury*, 2021, 52(3): 330-338.
- [8] 侯莎洁, 丁尧, 郭小兰, 等. 中国社区老年居民衰弱发生率与影响因素的Meta分析[J]. 医学新知, 2024, 34(3): 301-311.
- [9] 中华医学会老年医学分会, 《中华老年医学杂志》编辑委员会. 中国老年衰弱相关内分泌激素管理临床实践指南(2023)[J]. 中华老年医学杂志, 2023, 42(2): 121-143.
- [10] Kweh B, Lee H, Tan T, et al. Risk stratification of elderly patients undergoing spinal surgery using the modified frailty index[J]. *Global Spine J*, 2023, 13(2): 457-465.
- [11] Miyauchi W, Matsunaga T, Sakano Y, et al. Usefulness of the modified frailty index for predicting pneumonia occurrence after esophagectomy[J]. *Yonago Acta Med*, 2023, 66(1): 1-6.
- [12] Velanovich V, Antoine H, Swartz A, et al. Accumulating deficits model of frailty and postoperative mortality and morbidity: its application to a national database[J]. *J Surg Res*, 2013, 183(1): 104-110.
- [13] Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury[J]. *Nephron Clin Pract*, 2012, 120(4): c179-c184.
- [14] Liu J, Li Z, Jia F, et al. Gender differences in the association between body mass index and recent suicide attempts in Chinese patients with first-episode drug-naïve major depressive disorder[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 16033.
- [15] Langworthy B, Wu Y, Wang M. An overview of propensity score matching methods for clustered data[J]. *Stat Methods Med Res*, 2023, 32(4): 641-655.
- [16] 杨希, 张旭, 马艳霞, 等. 基于倾向评分法对重组人生长激素治疗生长激素缺乏症和特发性矮小症患儿的疗效及安全性评价[J]. 吉林大学学报(医学版), 2024, 50(06): 1703-1711.
- [17] 韩雨薇, 金海, 陈立刚, 等. 动脉瘤性蛛网膜下腔出血患者预后性别差异: 倾向性评分匹配分析[J]. 临床军医杂志, 2024, 52(4): 346-350.
- [18] 孙婷, 秦国友, 武振宇, 等. 不同混杂结构条件下各倾向性评分方法的模拟比较研究[J]. 中国卫生统计, 2017, 34(3): 415-420.
- [19] 石丽娟, 李丽, 石福艳, 等. 基于倾向性评分逆概率加权法的视网膜母细胞瘤疗效评价及其预后影响因素分析[J]. 解放军医学杂志, 2024, 49(3): 302-307.
- [20] Aykut A, Salman N. Poor nutritional status and frailty associated with acute kidney injury after cardiac surgery: a retrospective observational study[J]. *J Card Surg*, 2022, 37(12): 4755-4761.

- [21] Rosiello G, Larcher A, Fallara G, *et al.* A comprehensive assessment of frailty status on surgical, functional and oncologic outcomes in patients treated with partial nephrectomy – a large, retrospective, single-center study[J]. *Urol Oncol*, 2023, 41(3): 149.e17-149.e25.
- [22] Shin KH, Han SB. Early postoperative hypoalbuminemia is a risk factor for postoperative acute kidney injury following hip fracture surgery[J]. *Injury*, 2018, 49(8): 1572-1576.
- [23] Privratsky JR, Fuller M, Raghunathan K, *et al.* Postoperative acute kidney injury by age and sex: a retrospective cohort association study[J]. *Anesthesiology*, 2023, 138(2): 184-194.
- [24] Boyer N, Eldridge J, Prowle JR, *et al.* Postoperative acute kidney injury[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2022, 17(10): 1535-1545.
- [25] Jang WY, Jung JK, Lee DK, *et al.* Intraoperative hypotension is a risk factor for postoperative acute kidney injury after femoral neck fracture surgery: a retrospective study[J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2019, 20(1):131.
- [26] Agar A, Gulabi D, Sahin A, *et al.* Acute kidney injury after hip fracture surgery in patients over 80 years of age[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2022, 142(9): 2245-2252.
- [27] 胡雁真, 王蕾, 曹志丹, 等. 老年骨科大手术患者术前衰弱风险评估模型的构建与评价[J]. *护理学杂志*, 2020, 35(9): 32-36.
- [28] 刘倩倩, 安稳, 杜娜, 等. 医养结合机构高龄住院共病老年患者衰弱状态分布及其影响因素[J]. *吉林大学学报(医学版)*, 2023, 49(1): 173-179.
- [29] 谢瑞华, 付万发. 衰弱评估工具的研究进展[J]. *中国老年学杂志*, 2021, 41(18): 4142-4145.
- [30] 秦兰芳, 郭文熙, 王瑞, 等. 骨科住院老年患者衰弱评估工具的范围综述[J]. *中国全科医学*, 2023, 26(23): 2864-2870.
- [31] Tram MK, O'Connor CM, Qian AS, *et al.* Frailty is associated with increased 30-day adverse events and hospitalization costs after primary total hip arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2022, 37(8S): S925-S930.e4.
- [32] Yan B, Sun W, Wang W, *et al.* Prognostic significance of frailty in older patients with hip fracture: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int Orthop*, 2022, 46(12): 2939-2952.

(责任编辑: 纪方方)

