

· 论 著 ·

# 慢性肾脏病3期患者BMI与肺通气功能障碍的相关性

谭千林<sup>1</sup>, 吴艳<sup>2</sup>, 张蕴滢<sup>2</sup>, 薛秋霞<sup>2</sup>, 王悦<sup>2</sup>, 者星炜<sup>2</sup>

1. 湖北民族大学附属民大医院肾内科 湖北省肾脏病临床医学研究中心, 湖北恩施 445000;

2. 昆明医科大学第一附属医院肾内科, 云南昆明 650000

**摘要:** **目的** 探讨慢性肾脏病3期(CKD3)患者体质指数(BMI)与肺通气功能障碍指标的关系及在临床预测中的作用。**方法** 回顾性选取2015年1月至2019年10月在昆明医科大学第一附属医院完成肺功能检查的CKD3患者250例。根据是否合并肺通气功能障碍分为肺通气功能正常组(正常组,  $n=119$ )和合并肺通气功能障碍组(合并组,  $n=131$ )。分别比较两组患者的临床资料,采用Pearson及Spearman相关分析第1秒用力呼气容积占预计值百分比(FEV1%pred)与BMI及其他指标的关系,ROC曲线评估BMI对CKD3期患者合并肺通气功能障碍的预测价值。进一步将合并组患者分为轻中度障碍组( $50\% \leq \text{FEV1\%pred} < 80\%$ ,  $n=80$ )、重度及以上障碍组( $\text{FEV1\%pred} < 50\%$ ,  $n=51$ ),与正常组( $\text{FEV1\%pred} \geq 80\%$ ,  $n=119$ )一起比较三组的临床资料,采用多元Logistic回归分析肺通气功能障碍加重的危险因素。**结果** 两组患者性别、年龄、吸烟史、慢性支气管炎病史比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),正常组患者BMI高于合并组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。FEV1%pred与BMI呈正相关( $r=0.217$ ,  $P < 0.05$ )。BMI的AUC为0.686(95%CI:0.607~0.765,  $P < 0.01$ ),截断值为23.45,预测CKD3期患者发生肺通气功能障碍的灵敏度为66.8%,特异度为62.8%。在轻中度障碍组、重度及以上障碍组年龄大于正常组( $P < 0.05$ ),但在有障碍的两组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );三组有慢性支气管炎病史的患者比例为重度及以上障碍组>轻中度障碍组>正常组( $P < 0.05$ );随病情加重,BMI逐渐下降,在三组间比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。多元Logistic回归模型显示BMI( $OR=0.898$ , 95%CI:0.822~0.981,  $P < 0.05$ )及慢性支气管炎病史( $OR=0.130$ , 95%CI:0.052~0.324,  $P < 0.01$ )是CKD3患者肺通气功能障碍加重的独立危险因素。**结论** BMI对CKD3患者发生肺通气功能障碍有一定的临床预测价值,对疾病的发展及预后有一定的临床指导意义。

**关键词:** 慢性肾脏病3期;肺通气功能障碍;体质指数;第1秒用力呼气容积;慢性支气管炎

**中图分类号:** R692 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-8182(2022)06-0755-06

## Relationship between BMI and pulmonary dysfunction in patients with chronic kidney disease stage 3

TAN Qian-lin\*, WU Yan, ZHANG Yun-ying, XUE Qiu-xia, WANG Yue, ZHE Xing-wei

\* Department of Nephrology, Affiliated Minda Hospital of Hubei Minzu University, Enshi, Hubei 445000, China

Corresponding author: ZHE Xing-wei, E-mail: zhewx@sohu.com

**Abstract:** **Objective** To investigate the relationship between body mass index (BMI) and pulmonary ventilation dysfunction in patients with chronic kidney disease stage 3 (CKD3). **Methods** A total of 250 patients with CKD3 were selected retrospectively, who received pulmonary function testing (PFT) in the First Affiliated Hospital of Kunming Medical University from January 2015 to October 2019. According to whether the patients were complicated with pulmonary ventilation dysfunction, they were divided into normal pulmonary ventilation function group (normal group,  $n=119$ ) and pulmonary ventilation dysfunction group (combined group,  $n=131$ ). Pearson and Spearman correlation analysis were used to analyze the associations of forced expiratory volume in first second to predicted value (FEV1%pred) with BMI and other indicators. ROC curve was used to evaluate the predictive value of BMI in CKD3 patients complicated with pulmonary ventilation dysfunction. The patients in combined group were subdivided into mild to

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2022.06.003

基金项目: 云南省科技计划项目[2017FE467(-039)]

通信作者: 者星炜, E-mail: zhewx@sohu.com

出版日期: 2022-06-20

moderate disorder group ( $50\% \leq \text{FEV1\%pred} < 80\%$ ,  $n=80$ ) and severe and above disorder group ( $\text{FEV1\%pred} < 50\%$ ,  $n=51$ ) according to  $\text{FEV1\%pred}$ . Multiple Logistic regression was used to analyze the risk factors of exacerbation of pulmonary ventilation dysfunction. **Results** There were statistical differences in gender, age, smoking history and chronic bronchitis history between two groups ( $P < 0.05$ ). BMI in normal group was higher than that in combined group ( $P < 0.05$ ).  $\text{FEV1\%pred}$  was positively correlated with BMI ( $r=0.217$ ,  $P < 0.05$ ). In predicting pulmonary ventilation dysfunction in CKD3 patients, the area under the curve (AUC) of BMI was 0.686 (95% CI: 0.607–0.765,  $P < 0.01$ ), the cut-off value was 23.45, and the sensitivity and specificity were 66.8% and 62.8%, respectively. The age of patients in combined group was older than that in normal group ( $P < 0.05$ ), and there was no significant difference in age between two subgroups ( $P > 0.05$ ). The proportion of patients with chronic bronchitis was the highest in severe and above disorder group, followed by mild and moderate disorder group and was the lowest in normal group ( $P < 0.05$ ). BMI decreased gradually in the order of severe and above disorder group, mild and moderate disorder group and normal group ( $P < 0.05$ ). Multiple Logistic regression model showed that lower BMI ( $OR=0.898$ , 95% CI: 0.822–0.981,  $P < 0.05$ ) and history of chronic bronchitis ( $OR=0.130$ , 95% CI: 0.052–0.324,  $P < 0.01$ ) were the independent risk factors for exacerbation of pulmonary ventilation dysfunction in patients with CKD3. **Conclusion** BMI has a certain clinical predictive value for the occurrence of pulmonary ventilation dysfunction in CKD3 patients and for the development and prognosis of the disease.

**Keywords:** Chronic kidney disease stage 3; Pulmonary ventilation dysfunction; Body mass index; Forced expiratory volume in first second; Chronic bronchitis

**Fund program:** Yunnan Science and Technology Planning Project[2017FE467(-039)]

慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)是临床常见的慢性疾病,CKD的全球患病率达到13.4%,在所有CKD分期中,尤其以CKD 3期(CKD3)最为常见,占50%以上<sup>[1]</sup>。CKD3也是临床容易发现,且是易因各种危险因素导致肾功能急剧恶化的阶段,因此对CKD3的并发症探讨具有重要意义。目前我国透析患者死亡最主要的原因是心脑血管系统并发症<sup>[2]</sup>,实际上呼吸系统并发症也较为常见,而且有研究指出患者的肺功能的下降与心脑血管系统疾病的加重有直接关系<sup>[3]</sup>。然而CKD3患者的各种并发症并不典型,往往就诊时其疾病已经处于较严重阶段,不利于疾病的早发现、早诊断、早治疗。所以寻找一个简单易得且对CKD3合并肺通气功能障碍患者具有一定识别作用的指标就显得尤为重要。所有慢性消耗性疾病都易出现营养不良的并发症,CKD也不例外,营养不良会引起肌肉的质量及功能下降从而可能引起呼吸功能受损,BMI作为衡量人体营养状态最常用指标,既往其在慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者中的研究较多,但其在CKD3患者肺通气功能中的作用尚不清楚。本研究探讨BMI能否作为识别CKD3患者发生肺通气功能障碍及评估病情发展和预后的指标。

## 1 资料与方法

1.1 研究对象 选取2015年1月至2019年10月在昆明医科大学第一附属医院完成肺功能检查的

CKD3患者250例进行回顾性分析。根据是否合并肺通气功能障碍分为正常组( $n=119$ )和合并组( $n=131$ ),合并组中阻塞性通气功能障碍41例,限制性通气功能障碍49例,混合性通气功能障碍41例。根据2005年美国胸科学会和欧洲呼吸学会制定的肺功能共同指南<sup>[4]</sup>中对肺通气功能损害程度分级参考建议:依据第1秒用力呼气容积(forced expiratory volume in first second, FEV1)占预计值的百分比( $\text{FEV1\%pred}$ )对肺功能损害作出判断,故将合并组患者分为肺功能轻中度障碍组( $50\% \leq \text{FEV1\%pred} < 80\%$ ,  $n=80$ )、重度及以上障碍组( $\text{FEV1\%pred} < 50\%$ ,  $n=51$ )。纳入标准:(1)30岁以上,同意参加本研究;(2)符合2012年改善全球肾脏病预后组织(Kidney Disease:Improving Global Outcomes, KDIGO)<sup>[5]</sup>制定的CKD标准诊断,诊断为CKD3患者;(3)均符合中国肺功能检查指南<sup>[6]</sup>对肺通气功能障碍的诊断标准,诊断为肺通气功能障碍。排除标准:(1)年龄 $< 30$ 岁或拒绝加入本研究者;(2)肾功能急剧恶化或肺功能急剧恶化;(3)临床资料不全;(4)合并支气管哮喘或呼吸衰竭;(5)心力衰竭等严重心血管疾病;(6)肺部恶性肿瘤;(7)特发性肺间质纤维化;(8)肺部手术史;(9)肺部严重感染;(10)其他系统严重疾病。

1.2 监测指标及方法 采集病史,记录患者性别、年龄、吸烟史、饮酒史、合并高血压、糖尿病、慢性支气管炎病史、激素使用情况等一般基本情况。入院

评估时嘱患者赤足站立位,使用定期校正的设备准确测量身高和体质量,分别精确到0.1 cm和0.1 kg,并计算BMI。所有患者均使用高级组合式肺功能仪(德国Jaeger公司)测定肺功能,记录FEV1%pred、用力肺活量占预计值百分比(FVC%pred)、最大肺活量占预计值百分比(Vcmax%pred)、FEV1/FVC、FEV1/Vcmax,为了消除年龄、性别、身高、体重等对肺功能测定的干扰,取所有肺功能指标的实际值占预计值的百分比来表示。静息空腹状态下抽取外周静脉血,所有实验室检查均在昆明医科大学第一附属医院检验科进行:(1)血常规。采用血细胞分析仪(BC-1800,深圳迈瑞公司)按标准流程分析,记录血红蛋白(Hb)、平均血小板体积(MPV)。(2)血生化检测。采用全自动生化分析仪(COBAS8000,德国罗氏公司)按标准流程分析,记录总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、血糖(GLU)等。(3)凝血功能检测。采用全自动血凝分析仪(STA Compact Max,法国思塔高公司)按标准流程分析,记录纤维蛋白原(Fib)。

**1.3 统计学方法** 使用SPSS 17.0软件进行统计分析。所有计量资料使用K-S检验判断是否为正态分布,符合正态分布的采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用t检验或单因素方差分析;非正态分布的以中位数(四分位间距)[ $M(P_{25}, P_{75})$ ]表示,采用Mann-Whitney U或Kruskal-Wallis H检验;计数资料用n(%)表示,采用 $\chi^2$ 检验;采用Pearson及Spearman进行相关性分析;通过ROC曲线评价BMI在CKD3合并肺通气功能障碍诊断中的灵敏度、特异度及最佳临界点;多元Logistic回归探索肺通气功能障碍加重的影响因素。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 正常组和合并组患者的临床资料比较** 两组患者性别、年龄、有无吸烟史、有无慢性支气管炎病史比较差异有统计学意义( $P<0.05, P<0.01$ )。正常组BMI、Hb、TP、ALB、TC、TG、FEV1%pred、FVC%pred、Vcmax、FEV1/FVC、FEV1/Vcmax高于合并组,差异有统计学意义( $P<0.05, P<0.01$ )。见表1。

**2.2 各临床指标与肺通气功能障碍严重程度指标FEV1的相关性分析** FEV1%pred与BMI、Hb、TP、ALB、TC、TG、FVC%pred、Vcmax%pred、FEV1/FVC、FEV1/Vcmax呈正相关;与Fib、GLB、GLU无相关性。见表2。

**表1** 正常组和合并组患者的临床资料比较

**Tab. 1** Comparison of clinical data between normal group and combined group

项目	正常组 (n=119)	合并组 (n=131)	$t/\chi^2/Z$ 值	P值
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	71.03±12.80	75.14±9.28	2.877	<0.01
性别(男/女,例)	61/58	97/34	13.919	<0.01
吸烟史(例)	42	69	7.628	<0.05
饮酒史(例)	35	34	0.373	>0.05
高血压(例)	45	50	0.003	>0.05
糖尿病(例)	17	13	1.124	>0.05
慢性支气管炎(例)	61	108	27.686	<0.01
糖皮质激素使用史(例)	69	83	0.756	>0.05
BMI( $\bar{x}\pm s$ )	24.92±3.75	23.90±3.95	2.094	<0.05
Hb(g/L, $\bar{x}\pm s$ )	148.42±24.32	137.45±16.82	4.150	<0.01
Fib[g/L, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	3.60(2.94, 4.37)	3.76(3.13, 4.96)	1.032	>0.05
TP(g/L, $\bar{x}\pm s$ )	70.14±6.72	67.64±7.53	2.259	<0.05
ALB(g/L, $\bar{x}\pm s$ )	38.98±4.86	37.09±4.68	2.524	<0.05
GLB(g/L, $\bar{x}\pm s$ )	31.18±5.93	30.52±5.62	0.725	>0.05
TC(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	4.38±1.01	3.96±0.92	3.292	<0.05
TG[mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	1.35(0.98, 1.76)	1.02(0.77, 1.43)	3.688	<0.01
GLU[mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	5.05(4.60, 5.70)	5.45(4.53, 6.38)	1.498	>0.05
FEV1%pred( $\bar{x}\pm s$ )	107.85±25.76	54.56±15.48	20.028	<0.01
FVC%pred( $\bar{x}\pm s$ )	110.38±21.80	73.32±16.04	15.401	<0.01
Vcmax%pred( $\bar{x}\pm s$ )	114.21±29.96	82.02±30.93	7.258	<0.01
FEV1/FVC( $\bar{x}\pm s$ )	100.13±12.69	77.75±20.65	10.344	<0.01
FEV1/Vcmax( $\bar{x}\pm s$ )	99.67±14.30	74.41±19.02	10.142	<0.01

**表2** 各临床指标与FEV1%pred的相关性

**Tab. 2** Correlation between clinical indexes and FEV1%pred

变量	FEV1		变量	FEV1	
	r值	P值		r值	P值
BMI	0.217	<0.05	TG	0.294	<0.01
Hb	0.221	<0.05	GLU	-0.080	>0.05
Fib	-0.144	>0.05	FVC%pred	0.872	<0.01
TP	0.221	<0.05	Vcmax%pred	0.706	<0.01
ALB	0.219	<0.05	FEV1/FVC	0.598	<0.01
GLB	0.080	>0.05	FEV1/Vcmax	0.580	<0.01
TC	0.266	<0.01			

**2.3 BMI诊断CKD3合并肺通气功能障碍的效能** BMI预测CKD3患者发生肺通气功能障碍的曲线下面积(AUC)为0.686(95%CI:0.607~0.765,  $P<0.01$ ),其截断值为23.45,灵敏度为66.8%,特异度为62.8%。见图1。

**2.4 不同肺通气功能分组的临床资料比较** 轻中度、重度及以上障碍组患者年龄大于正常组( $P<0.05$ ),但在两个障碍组间比较差异无统计学意义( $P>0.05$ );重度及以上障碍组患者的吸烟者比例最高( $P<0.05$ );随病情加重,三组中男性比例和有慢性支气管炎病史患者的比例逐渐升高,

重度及以上障碍组>轻中度障碍组>正常组 ( $P < 0.05$ ), BMI、Hb、TG 逐渐下降,且在正常组及轻中度障碍组与重度及以上障碍组比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),但在正常组和轻中度障碍组比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。TP、ALB、TC 在三组逐渐下降,其中 TP、ALB 在正常组与重度及以上障碍组比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),TC 在轻中度障碍和重度及以上障碍组与正常组比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。FEV1% pred、FVC% pred、Vcmax% pred、FEV1%/FVC、FEV1/Vcmax 中正常组>轻中度障碍组>重度及以上障碍组,三组比较差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ )。见表 3。

2.5 CKD3 患者肺通气功能障碍加重危险因素的多元 Logistic 回归分析 将不同肺通气功能分组有统计学意义的指标纳入多元 Logistic 回归模型,校正年龄、吸烟史、性别、Hb、TP、ALB、TC、TG 后显示 BMI 较低 ( $OR = 0.898, 95\% CI: 0.822 \sim 0.981, P < 0.05$ ) 及有慢性

支气管炎病史 ( $OR = 0.130, 95\% CI: 0.052 \sim 0.324, P < 0.01$ ) 是 CKD3 患者肺通气功能障碍加重的独立危险因素。见表 4。

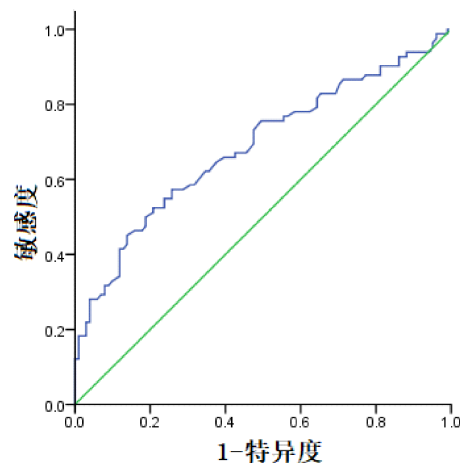


图 1 BMI 预测 CKD3 合并肺通气功能障碍的 ROC 曲线  
Fig. 1 ROC curve of BMI predicting CKD3 complicated with pulmonary ventilation dysfunction

表 3 不同肺通气功能分组临床资料比较  
Tab. 3 Comparison of clinical data of different groups of pulmonary ventilation function

变量	正常组 (n=119)	轻中度障碍组 (n=80)	重度及以上障碍组 (n=51)	F/ $\chi^2$ 值	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	71.03 $\pm$ 12.80	75.16 $\pm$ 9.67 <sup>a</sup>	75.10 $\pm$ 8.74 <sup>a</sup>	4.246	<0.05
性别(男/女,例)	61/58	53/27 <sup>a</sup>	44/7 <sup>ab</sup>	19.289	<0.01
吸烟史(有/无,例)	42/77	39/41	30/21 <sup>a</sup>	8.908	<0.05
饮酒史(有/无,例)	35/84	23/57	11/40	1.177	>0.05
高血压(有/无,例)	45/74	28/52	22/29	0.642	>0.05
糖尿病(有/无,例)	17/102	11/69	2/49	3.973	>0.05
慢性支气管炎病史(有/无,例)	61/58	59/21 <sup>a</sup>	49/2 <sup>ab</sup>	34.772	<0.01
糖皮质激素使用(有/无,例)	69/50	48/32	35/16	1.729	>0.05
BMI( $\bar{x} \pm s$ )	24.93 $\pm$ 3.75	24.56 $\pm$ 3.67	22.88 $\pm$ 4.17 <sup>ab</sup>	5.247	<0.05
Hb(g/L, $\bar{x} \pm s$ )	153.14 $\pm$ 24.93	145.42 $\pm$ 23.60	137.45 $\pm$ 16.82 <sup>ab</sup>	10.533	<0.01
Fib[g/L, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	3.60(2.94, 4.37)	3.71(3.02, 4.76)	3.78(3.27, 5.06)	1.722	>0.05
TP(g/L, $\bar{x} \pm s$ )	70.14 $\pm$ 6.72	68.75 $\pm$ 7.63	65.56 $\pm$ 7.02 <sup>a</sup>	4.264	<0.05
ALB(g/L, $\bar{x} \pm s$ )	38.98 $\pm$ 4.86	37.58 $\pm$ 4.36	36.18 $\pm$ 5.19 <sup>a</sup>	3.885	<0.05
GLB(g/L, $\bar{x} \pm s$ )	31.18 $\pm$ 5.93	30.75 $\pm$ 5.76	30.08 $\pm$ 5.42	0.371	>0.05
TC(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	4.38 $\pm$ 1.01	4.04 $\pm$ 0.85 <sup>a</sup>	3.88 $\pm$ 1.04 <sup>a</sup>	5.691	<0.05
TG[mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	1.35(0.98, 1.76)	1.16(0.84, 1.55)	0.83(0.70, 1.11) <sup>ab</sup>	21.451	<0.01
GLU[mmol/L, $M(P_{25}, P_{75})$ ]	5.05(4.60, 5.70)	5.40(4.50, 6.20)	6.00(4.60, 6.50)	2.501	>0.05
FEV1%pred( $\bar{x} \pm s$ )	107.86 $\pm$ 25.77	64.89 $\pm$ 8.79 <sup>a</sup>	38.35 $\pm$ 7.90 <sup>ab</sup>	280.692	<0.01
FVC%pred( $\bar{x} \pm s$ )	110.38 $\pm$ 21.80	79.53 $\pm$ 13.96 <sup>a</sup>	63.59 $\pm$ 14.23 <sup>ab</sup>	141.543	<0.01
Vcmax%pred( $\bar{x} \pm s$ )	114.21 $\pm$ 29.96	85.95 $\pm$ 23.62 <sup>a</sup>	67.19 $\pm$ 12.86 <sup>ab</sup>	27.969	<0.01
FEV1/FVC( $\bar{x} \pm s$ )	100.13 $\pm$ 12.69	85.14 $\pm$ 17.64 <sup>a</sup>	66.07 $\pm$ 19.77 <sup>ab</sup>	81.853	<0.01
FEV1/Vcmax( $\bar{x} \pm s$ )	99.67 $\pm$ 14.30	81.25 $\pm$ 16.12 <sup>a</sup>	61.21 $\pm$ 17.33 <sup>ab</sup>	80.047	<0.01

注:与正常组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与轻中度障碍组比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ 。

表4 CKD3患者肺通气功能加重的危险因素多元 Logistic 回归分析

Tab. 4 Multiple Logistic regression analysis of risk factors for exacerbation of pulmonary ventilation function in patients with CKD3

项目	$\beta$	SE	Wald	OR 值	95%CI	P 值
严重程度=0	-6.795	2.552	7.090	0.001	0.000~0.166	<0.05
严重程度=1	-4.880	2.522	3.746	0.008	0.005~1.064	<0.05
BMI	-0.108	0.045	5.744	0.898	0.822~0.981	<0.05
年龄	-0.016	0.017	0.876	0.984	0.953~1.017	>0.05
Hb	0.016	0.008	3.794	1.016	1.000~1.033	>0.05
ALB	-0.074	0.043	2.901	0.929	0.854~1.011	>0.05
TP	-0.029	0.029	1.021	0.971	0.917~1.028	>0.05
TC	-0.161	0.194	0.686	0.851	0.582~1.246	>0.05
TG	-0.275	0.292	0.886	0.760	0.428~1.347	>0.05
性别=女	0.036	0.515	0.005	1.037	0.378~2.845	>0.05
吸烟史=无	-0.198	0.494	0.161	0.820	0.312~2.158	>0.05
慢性支气管炎=无	-2.037	0.464	19.259	0.130	0.052~0.324	<0.01

### 3 讨论

CKD 可累及全身多个系统,其中呼吸系统受累十分常见。Nascimento 等<sup>[7]</sup>报道在 CKD 5 期患者中,有 32.11% 的患者合并有肺通气功能障碍。在本研究中,有 52.4% 的 CKD3 患者合并肺通气功能障碍。CKD 出现肺部并发症主要有以下原因:其一,微炎症状态自始至终存在于 CKD 的整个病程中<sup>[8]</sup>,其导致营养不良,使全身肌肉量及功能下降,进而累及呼吸肌,呼吸肌功能的下降最终导致肺功能损害<sup>[9]</sup>;其二,CKD 代谢废物的长期累积效应引起肺毛细血管通透性和压力增高,血管内的液体及蛋白渗漏到肺间质,间质液呈胶冻状易凝固,致使肺组织变硬呈橡皮样,最后机化形成弥漫性间质纤维化,使肺顺应性降低,扩张受限。其三,小气道周围的疏松组织也因血管通透性增高及液体外渗而出现水肿,进而压迫气道使其提前关闭,表现出阻塞性肺通气功能障碍的改变。而长期的肺通气功能障碍也会导致机体全身和局部的缺氧<sup>[10]</sup>、一些细胞因子的活化与增加<sup>[11]</sup>,以及右心功能障碍<sup>[12]</sup>均会加重肾脏损害。综上所述,CKD 与肺通气功能障碍密切相关,相互影响。

BMI 作为衡量人体营养状态的指标,在国际上广泛应用,本研究合并组患者的 BMI 低于正常组,与 Nascimento 等<sup>[7]</sup>研究结果一致,其发现在 CKD 5 期肺功能越差的患者中,营养不良的患病率更高。COPD 作为肺通气功能障碍性疾病,近年来,其与 BMI 的相关性研究比较多。有研究指出,在韩国人群中 COPD 患者的肺功能指标与 BMI 呈正相关关系<sup>[13]</sup>。本结果显示 BMI 与 FEV1 呈正相关,与之前相关研究结果一致,提示较高 BMI 对肺功能具有保护作用。但也有

学者提出不同意见,在一项针对美国人的研究中发现 BMI 增长过快者的 FEV1 和 FVC 下降较快<sup>[14]</sup>;在另一项前瞻性研究中发现,经过 4 个月的减肥后 BMI 显著降低,同时肺功能明显改善<sup>[15]</sup>。与健康人群一样,在 CKD 早期,肥胖是心血管系统疾病和代谢紊乱的危险因素<sup>[16]</sup>,减轻体质量可以降低心血管系统和代谢紊乱发生率,同时可以改善肾小球的血流动力学<sup>[17]</sup>。但在 CKD 中晚期,这个结论未必正确,有关研究发现,在 CKD 5 期行肾脏替代治疗患者中,肥胖和超重并没有增加患者的死亡风险<sup>[18]</sup>。肥胖与限制性肺通气功能障碍有直接的关系,如肥胖患者的胸壁增厚、肺和胸廓的顺应性及容量下降等均是上述关联的原因<sup>[19]</sup>;也有研究证实,肥胖患者易合并阻塞性通气功能障碍<sup>[20]</sup>,推测其机制可能有肥胖者运动量较小、不良的饮食习惯导致维生素摄入不足导致气道黏膜的保护机制受损,更易引起气道高反应性;气道内径缩小、气道阻力增加也是重要的致病原因<sup>[21]</sup>。然而也有研究指出,超重和肥胖 COPD 患者的全因死亡率比正常体重 COPD 患者更低<sup>[22]</sup>。故在 CKD 和肺功能障碍的不同进程中,营养状态扮演的角色也不尽相同。

根据既往的经验,消瘦、高龄、男性、有慢性支气管炎病史、吸烟患者的发生肺功能异常或者是加重的可能性大,本研究经过多元 Logistic 回归分析结果显示 BMI 及有慢性支气管炎病史是 CKD3 患者肺通气功能障碍加重的独立危险因素。当 BMI 截断值为 23.45 时,诊断 CKD3 患者合并肺通气功能障碍有较高的敏感度和特异度。有研究报道指出,COPD 患者气流发生阻塞的概率 (FEV1/FVC < 70%) 在 BMI > 18.5 时明显低于 BMI < 18.5 时<sup>[23]</sup>。另一项研究指出在 996 名 COPD 患者中,BMI ≥ 25 的 COPD 患者比例显著高于 BMI < 25 的<sup>[24]</sup>。虽然本研究与其他研究的 BMI 截断值不同,但提示 BMI 是可以作为一个指标来判断肺部疾病的发生与否的。从本研究结果来看,在 CKD3 患者中,低 BMI 的患者更容易出现严重的肺功能受损,而高 BMI 对肺功能具有保护作用。对 CKD3 患者进行 BMI 的测定,可以预测肺通气功能障碍的发生及其严重程度,可能对患者的病情评估起到一定作用。

虽然本研究得到一些初步结果,但还是存在很多的不足。(1) 样本量相对较小,且为单中心研究;(2) 可能在控制混杂因素上做得不够,同时肺通气功能障碍还包含了限制性、阻塞性和混合性,本研究结论不能在各个亚组给予说明;(3) BMI 作为评估患者

营养状态的工具并不是特别准确,由于本研究为回顾性研究,不能更好的获取腰围、臀围、上臂围等一些客观反映患者营养状态的指标,下一步的研究应该用更全面、合理的方法评估 CKD3 合并肺通气功能障碍患者的营养状态。上述局限可能导致本研究结果存在一定偏倚,CKD3 患者 BMI 与肺通气功能的关系还有待大样本、多中心的研究进一步证实。

综上所述,BMI 对 CKD3 患者发生肺通气功能障碍有一定的临床预测价值,对疾病的发展及预后有一定的临床指导意义。

#### 参考文献

- [1] Hill NR, Fatoba ST, Oke JL, et al. Global prevalence of chronic kidney disease-A systematic review and meta-analysis [J]. *PLoS One*, 2016, 11(7): e0158765.
- [2] Zhang LX, Wang HB, Long JY, et al. China kidney disease network (CK-NET) 2014 annual data report [J]. *Am J Kidney Dis*, 2017, 69(6S2): A4.
- [3] Salari A, Mirbolouk F, Ashouri A, et al. Relationship between pulmonary function tests and severity of coronary artery disease in patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Tanaffos*, 2020, 19(2): 144-151.
- [4] Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests [J]. *Eur Respir J*, 2005, 26(5): 948-968.
- [5] Inker LA, Astor BC, Fox CH, et al. KDOQI US commentary on the 2012 KDIGO clinical practice guideline for the evaluation and management of CKD [J]. *Am J Kidney Dis*, 2014, 63(5): 713-735.
- [6] 中华医学会,中华医学杂志社,中华医学会全科医学分会,等. 常规肺功能检查基层指南(2018年) [J]. *中华全科医师杂志*, 2019, 18(6): 511-518.  
Chinese Medical Association, Journal of Chinese Medical Association, General Practice Branch of Chinese Medical Association, et al. Guideline for pulmonary function testing in primary care (2018) [J]. *Chin J Gen Pract*, 2019, 18(6): 511-518.
- [7] Nascimento MM, Qureshi AR, Stenvinkel P, et al. Malnutrition and inflammation are associated with impaired pulmonary function in patients with chronic kidney disease [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2004, 19(7): 1823-1828.
- [8] Mulay SR, Evan A, Anders HJ. Molecular mechanisms of crystal-related kidney inflammation and injury. Implications for cholesterol embolism, crystalline nephropathies and kidney stone disease [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2014, 29(3): 507-514.
- [9] Figueiredo PHS, Lima MMO, Costa HS, et al. Effects of the inspiratory muscle training and aerobic training on respiratory and functional parameters, inflammatory biomarkers, redox status and quality of life in hemodialysis patients: a randomized clinical trial [J]. *PLoS One*, 2018, 13(7): e0200727.
- [10] Tanaka S, Tanaka T, Nangaku M. Hypoxia as a key player in the AKI-to-CKD transition [J]. *Am J Physiol Ren Physiol*, 2014, 307(11): F1187-F1195.
- [11] Butt Y, Kurdowska A, Allen TC. Acute lung injury: a clinical and molecular review [J]. *Arch Pathol Lab Med*, 2016, 140(4): 345-350.
- [12] Nangaku M. Chronic hypoxia and tubulointerstitial injury: a final common pathway to end-stage renal failure [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2006, 17(1): 17-25.
- [13] Do JG, Park CH, Lee YT, et al. Association between underweight and pulmonary function in 282, 135 healthy adults: a cross-sectional study in Korean population [J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 14308.
- [14] Cornelius T, Schwartz JE, Balte P, et al. A dyadic growth modeling approach for examining associations between weight gain and lung function decline [J]. *Am J Epidemiol*, 2020, 189(10): 1173-1184.
- [15] Held M, Mitnacht M, Kolb M, et al. Pulmonary and cardiac function in asymptomatic obese subjects and changes following a structured weight reduction program: a prospective observational study [J]. *PLoS One*, 2014, 9(9): e107480.
- [16] 张帆, 黄柳燕, 周文琴. 肥胖伴慢性肾脏病患者的体质量管理策略 [J]. *临床肾脏病杂志*, 2018, 18(7): 440-443.  
Zhang F, Huang LY, Zhou WQ. Body mass management strategies for obese patients with chronic kidney disease [J]. *J Clin Nephrol*, 2018, 18(7): 440-443.
- [17] Iduoriyekemwen NJ, Ibadin MO, Aikhionbare HA, et al. Glomerular hyperfiltration in excess weight adolescents [J]. *Niger J Clin Pract*, 2019, 22(6): 842-848.
- [18] Hall YN, Xu P, Chertow GM. Relationship of body size and mortality among US Asians and Pacific Islanders on dialysis [J]. *Ethn Dis*, 2011, 21(1): 40-46.
- [19] 徐春燕, 郭水根, 沈瑶. 中心性肥胖对肺功能的影响 [J]. *临床肺科杂志*, 2018, 23(2): 281-283.  
Xu CY, Guo SG, Shen Y. Effect of central obesity on pulmonary function [J]. *J Clin Pulm Med*, 2018, 23(2): 281-283.
- [20] Vozoris NT, O'Donnell DE. Prevalence, risk factors, activity limitation and health care utilization of an obese, population-based sample with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Can Respir J*, 2012, 19(3): e18-e24.
- [21] Horadagoda C, Dinihan T, Roberts M, et al. Body composition and micronutrient deficiencies in patients with an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Intern Med J*, 2017, 47(9): 1057-1063.
- [22] Spelta F, Fratta Pasini AM, Cazzoletti L, et al. Body weight and mortality in COPD: focus on the obesity paradox [J]. *Eat Weight Disord*, 2018, 23(1): 15-22.
- [23] Chakrabarti B, Purkait S, Gun P, et al. Chronic airflow limitation in a rural Indian population: etiology and relationship to body mass index [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2011, 6: 543-549.
- [24] Koniski ML, Salhi H, Lahlou A, et al. Distribution of body mass index among subjects with COPD in the Middle East and North Africa region: data from the BREATHE study [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2015, 10: 1685-1694.

收稿日期: 2021-12-20 修回日期: 2022-01-06 编辑: 王宇