

## • 论 著 •

# 利用滤过钠排泄分数研究原发性肾病综合征患儿血管内容量<sup>\*</sup>

梁娟<sup>1</sup>, 庄亚飞<sup>1</sup>, 程巾<sup>1</sup>, 甄淑娟<sup>1</sup>, 梁钰珩<sup>1</sup>, 曾平<sup>2</sup>, 邵虎<sup>3</sup>, 关凤军<sup>1△</sup>1. 徐州医科大学附属医院儿科, 江苏徐州 221006; 2. 徐州医科大学公共卫生学院,  
江苏徐州 221004; 3. 中国矿业大学数学学院, 江苏徐州 221116

**摘要:**目的 通过原发性肾病综合征(PNS)患儿滤过钠排泄分数(FeNa)评估患儿不同程度水肿及不同病程中血管内容量。方法 选取 2022 年 9 月至 2024 年 9 月于徐州医科大学附属医院住院的 172 例初发 PNS 患儿,按就诊时水肿程度分为无水肿组( $n=51$ )、轻度水肿组( $n=43$ )、中度水肿组( $n=46$ )、重度水肿组( $n=32$ ),选取同期 40 例体检的健康儿童为健康对照组。治疗前后检测血肌酐、血钠,留取尿标本检测尿肌酐、尿钠,根据测定结果,计算并比较 FeNa,同时记录当时水肿程度,留取当日 24 h 尿标本检测 24 h 尿蛋白定量、24 h 尿量。结果 病程第 1~2 天约 12%PNS 患儿  $\text{FeNa} < 0.2\%$ ,即血管内容量不足,且主要集中在重度水肿组,中、重度水肿组 FeNa 低于无水肿组、轻度水肿组和健康对照组( $P < 0.01$ );中度水肿组在病程第 6~7 天、重度水肿组在病程第 11~12 天 FeNa 较前明显升高( $P < 0.01$ )。结论 初发中重度水肿状态下 PNS 患儿血管内容量往往减少,重度水肿状态时可出现血管内容量不足的情况,中重度水肿 PNS 患儿随着病程延长和病情好转,血管内容量增加。

**关键词:**原发性肾病综合征; 血管内容量; 滤过钠排泄分数; 水肿; 病程

**DOI:**10.3969/j.issn.1673-4130.2025.15.005

**中图法分类号:**R692

**文章编号:**1673-4130(2025)15-1820-06

**文献标志码:**A

## Intravascular volume in children with primary nephrotic syndrome using fractional excretion of filtered sodium<sup>\*</sup>

LIANG Juan<sup>1</sup>, ZHUANG Yafei<sup>1</sup>, CHENG Jin<sup>1</sup>, ZHEN Shujuan<sup>1</sup>, LIANG Yuheng<sup>1</sup>,  
ZENG Ping<sup>2</sup>, SHAO Hu<sup>3</sup>, GUAN Fengjun<sup>1△</sup>

1. Department of Pediatrics, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu  
221006, China; 2. School of Public Health, Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu  
221004, China; 3. School of Mathematics, China University of Mining and Technology,  
Xuzhou, Jiangsu 221116, China

**Abstract: Objective** To evaluate the intravascular volume at different levels of edema and disease course by the fractional excretion of filtered sodium (FeNa) of children with primary nephrotic syndrome (PNS).

**Methods** A total of 172 children with newly diagnosed PNS who were hospitalized in the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University from September 2022 to September 2024 were selected and divided into non-edema group ( $n=51$ ), mild edema group ( $n=43$ ), moderate edema group ( $n=46$ ) and severe edema group ( $n=32$ ) according to the degree of edema at the time of admission. A total of 40 healthy children who underwent physical examination during the same period were selected as the healthy control group. Serum creatinine, serum sodium were detected before and after treatment. Urine samples were collected to detect urine creatinine, urine sodium, FeNa was calculated and compared according to the results, and the degree of edema was recorded. 24 h urine samples were collected on the same day to detect 24 h urine protein quantification and 24 h urine volume. **Results** On day 1 to 2 of the course of the disease, about 12% of the PNS children had  $\text{FeNa} < 0.2\%$ , indicating insufficient intravascular volume, which was mainly concentrated in the severe edema group. The moderate, severe edema group had a significantly lower FeNa level than the non-edema group, mild edema group, and healthy control group ( $P < 0.01$ ). The moderate edema group had a significant increase in FeNa on days 6 to 7 of the course of the disease, and the severe edema group had a significant increase in Fena on days

\* 基金项目:国家自然科学基金项目(82173630);江苏省医学会儿科医学第二期科研专项资金项目(SYH-32034-0107<2024011>);2024 年度江苏省教育科学规划高校重点课题(B-b/2024/01/97);徐州医科大学附属医院临床研究专项项目(LCZX202410)。

作者简介:梁娟,女,硕士研究生在读,主要从事儿科肾脏风湿免疫学相关研究。 △ 通信作者,E-mail:guanxiaomu@sina.com.

11 to 12 of the course of the disease ( $P < 0.01$ ). **Conclusion** Intravascular volume of PNS children with moderate to severe edema is often reduced, and intravascular volume may be insufficient in severe edema. PNS children with moderate to severe edema have increased intravascular volume with the extension of the course of disease and the improvement of the condition.

**Key words:** primary nephrotic syndrome; intravascular volume; fractional excretion of filtered sodium; edema; course of the disease

原发性肾病综合征(PNS)是儿童最常见的肾小球疾病之一<sup>[1-2]</sup>, 水肿是其典型临床表现。临床观察发现, 处于不同病程的初发肾病患儿, 对利尿剂反应不一致, 而且部分重度水肿患儿, 应用利尿剂后效果欠佳, 甚至出现血管内容量不足相关不良反应, 因此PNS患儿的液体治疗应以评估血管内容量情况为前提。以往鲜有便捷精准的PNS患儿血管内容量评估方法及标准, 血管内容量情况相关研究至今无统一结论<sup>[3-6]</sup>。滤过钠排泄分数(FeNa)是尿排泄钠和肾小球滤过钠的百分比值, 主要作为鉴别肾前性急性肾损伤和急性肾小管坏死的敏感指标<sup>[3,7-11]</sup>, 本文旨在依据FeNa探索PNS患儿在不同水肿严重程度及不同病程中血管内容量。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 根据中华医学会儿科学分会肾脏学组发布的《儿童激素敏感、复发/依赖PNS诊治指南(2016)》<sup>[2]</sup>, 选取2022年9月至2024年9月于徐州医科大学附属医院住院的172例PNS患儿为研究对象, 纳入标准:(1)年龄1~16岁;(2)均为初次发病;(3)入院时均处于病程第1~2天;(4)入院前3个月均未使用利尿剂、糖皮质激素、抗凝促凝药、免疫抑制剂及其他影响患儿血管内容量的药物。排除标准:(1)先天性肾病综合征、肾炎型肾病综合征;(2)1月内有其他系统疾病, 或合并过敏、自身免疫性疾病、重要脏器损伤及其他遗传相关性疾病;(3)病例资料不全、失访患儿。同期选取于徐州医科大学附属医院体检的健康儿童40例为健康对照组。本研究由徐州医科大学附属医院伦理委员会通过(NO. XYFY2022-KL136-01), 入组患儿法定监护人均签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 分组及治疗** 根据任菁菁<sup>[12]</sup>的研究, 将所有患儿按照治疗前的水肿情况进行分组,(1)无水肿组: 无体重增加也无眼睑、颜面、双下肢或双足等局限性水肿征象, 共51例。(2)轻度水肿组: 有体重增加, 而无局限性水肿征象, 共43例。(3)中度水肿组: 全身疏松组织有可见性水肿, 指压后可出现较深组织凹陷, 平复时间较长, 共46例。(4)重度水肿组: 全身组织严重水肿, 身体低垂部位皮肤紧张发亮, 甚至可有液体渗出, 有时可伴有体腔积液, 共32例。所有患儿入院后均给予低脂优质蛋白饮食, 予泼尼松2mg/(kg·d), 最大剂量60mg/d分次口服<sup>[2]</sup>, 重度水肿组患儿入院后除糖皮质激素外均予托拉塞米

1mg/(kg·d), 每天1次, 当日采集血尿肌酐和血尿钠标本后, 应用利尿剂。

**1.2.2 资料及标本采集** 留取各组儿童一般资料及治疗前的临床资料(包括肾小球滤过率、血尿素、血浆白蛋白、血细胞比容、尿钾、尿渗透压、24 h尿量、24 h尿蛋白定量), 包括年龄、性别、体重、既往病史、家族病史等。病程第1~2天(且药物治疗前)、第6~7天、第11~12天、第14天上午7:00~8:00, 测患儿血压、心率, 空腹肘正中静脉取血, 检测血肌酐、血钠、留取尿标本检测尿肌酐、尿钠, 根据测定结果, 计算Fe-Na,  $FeNa = \text{尿钠} \times \text{血肌酐} / (\text{血钠} \times \text{尿肌酐}) \times 100\%$ , 并记录当时水肿程度。

**1.2.3 检测方法** 使用Roche全自动生化分析仪检测血尿肌酐、血尿电解质、肾小球滤过率、血尿素、血浆白蛋白、尿蛋白定量, 使用Gonotec冰点渗透压仪检测尿渗透压, 使用Mindray血细胞分析仪检测血细胞比容, 所有标本的检测均由同一人完成。

**1.3 统计学处理** 应用SPSS26.0软件进行统计学分析, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示满足正态分布的计量资料, 各组间数据比较采用单因素方差分析; 以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示不满足正态分布的计量资料, 各组间数据比较用Kruskal-Wallis秩和检验, 进一步两两比较采用R语言Wilcox.test检验; 以例数和百分率表示计数资料, 多组间比较采用 $\chi^2$ 检验。采用Spearman相关进行相关性分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 各组一般资料比较** 各组性别、年龄、体重比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ), 见表1。

表1 各组一般资料比较[n/n或 $\bar{x} \pm s$ ]

组别	n	性别(男/女)	年龄(岁)	体重(kg)
健康对照组	40	26/14	8.45±1.97	27.80±7.18
无水肿组	51	29/22	7.69±2.33	25.79±5.62
轻度水肿组	43	20/23	7.58±2.69	24.44±7.72
中度水肿组	46	25/21	8.76±2.75	26.61±7.00
重度水肿组	32	17/15	7.65±2.57	27.25±6.21
$\chi^2/F$		2.99	2.03	1.56
P		0.56	0.09	0.19

**2.2 病程第1~2天各组临床指标比较** 与健康对照组比较, 无水肿组、轻度水肿组、中度水肿组、重度水肿组24 h尿蛋白水平升高( $P < 0.01$ ), 血浆白蛋白

水平及24 h尿量明显减少,差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),肾小球滤过率、血尿素、尿钾、尿渗透压、血细

胞比容比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表2。

表2 病程第1~2天各组临床资料比较( $n$ 或 $\bar{x} \pm s$ )

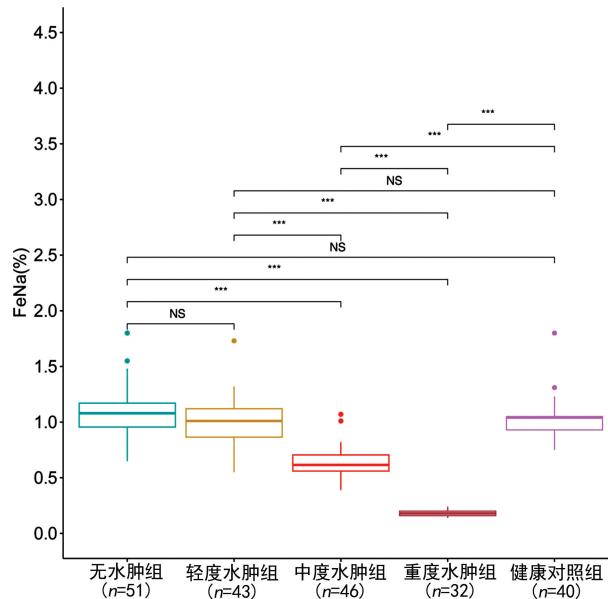
指标	健康对照组 (n=40)	无水肿组 (n=51)	轻度水肿组 (n=43)	中度水肿组 (n=46)	重度水肿组 (n=32)	$F/\chi^2$	P
肾小球滤过率[mL/(min · 1.73 m <sup>2</sup> )]						2.75	0.62
>75	39	49	43	44	32		
≤75	1	2	0	2	0		
血尿素(mmol/L)	4.10±1.58	4.13±1.62	4.17±1.76	4.11±1.67	4.35±1.33	0.14	0.96
血浆白蛋白(g/L)	41.75±2.98	23.25±1.24	23.42±1.17	17.68±2.15	12.34±2.40	1126.63	<0.01
尿钾(mmol/L)	23.670±7.94	22.94±7.47	23.29±7.58	22.56±7.95	21.85±8.58	0.29	0.88
尿渗透压(mOsm/L)	436.53±42.01	437.42±35.84	435.45±38.36	442.32±33.01	450.47±42.54	0.94	0.44
24 h尿蛋白(mg/kg)	8.67±2.61	61.77±5.67	63.04±4.71	142.39±7.16	189.66±10.68	4670.68	<0.01
24 h尿量(mL/d)	1252.27±333.36	1194.97±331.31	1038.94±287.11	608.91±246.73	398.81±128.41	95.44	<0.01
血细胞比容(%)	40.94±2.91	40.92±4.95	40.83±4.36	41.45±3.92	41.98±2.84	0.55	0.70

**2.3 病程第1~2天各组FeNa比较** 病程第1~2天约12%PNS患儿FeNa<0.2%,即血管内容量不足,且主要集中在重度水肿组,病程第1~2天健康对照组[1.04(0.93,1.05)%]、无水肿组[1.08(0.95,1.18)%]、轻度水肿组[1.01(0.86,1.12)%]、中度水肿组[0.62(0.56,0.71)%]、重度水肿组[0.18(0.16,0.20)%]FeNa比较,差异有统计学意义( $H = 143.91, P < 0.01$ ),其中健康对照组FeNa与轻度水肿组比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),中、重度水肿组FeNa与健康对照组、轻度水肿组、无水肿组比较,差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),重度水肿组FeNa比中度水肿组降低,差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),见图1。

**2.4 病程第1~2天各组FeNa与血浆白蛋白、24 h尿蛋白、24 h尿量的相关性分析** 病程第1~2天中、重度水肿组FeNa与血浆白蛋白水平呈正相关( $P < 0.05$ ),见表3。

**2.5 各组不同病程下水肿情况及FeNa比较** 治疗前后,无水肿组第1~14天病程内水肿情况无明显变化,轻度水肿组、中度水肿组病程第6~7天水肿情况明显好转,重度水肿组病程第11~12天水肿较前消退。治疗前后,无水肿组和轻度水肿组病程各阶段FeNa比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );与病程第

1~2天比较,中度水肿组病程第6~7天、第11~12天、第14天FeNa升高,差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),与病程第1~2天、第6~7天比较,重度水肿组病程第11~12天、第14天FeNa升高,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。见表4、图2~3。



注: \*\*\*  $P < 0.01$ , NS表示差异无统计学意义。

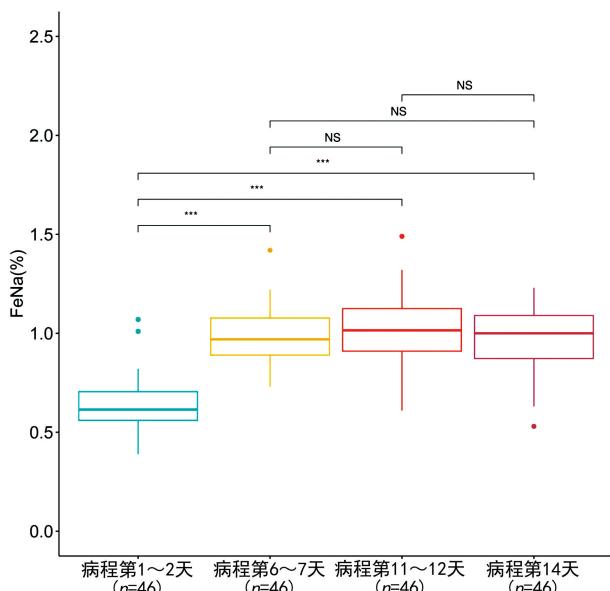
图1 病程第1~2天各组FeNa比较

表3 病程第1~2天各组FeNa与血浆白蛋白、24 h尿蛋白、24 h尿量的相关性分析

指标	健康对照组		无水肿组		轻度水肿组		中度水肿组		重度水肿组	
	R <sub>s</sub>	P	R <sub>s</sub>	P						
血浆白蛋白	0.10	0.54	0.35	0.15	0.18	0.22	0.54	<0.01	0.43	0.01
24 h尿蛋白	0.01	0.96	-0.14	0.39	-0.20	0.15	-0.28	0.05	-0.29	0.12
24 h尿量	-0.04	0.80	0.03	0.81	0.05	0.78	0.18	0.23	0.31	0.28

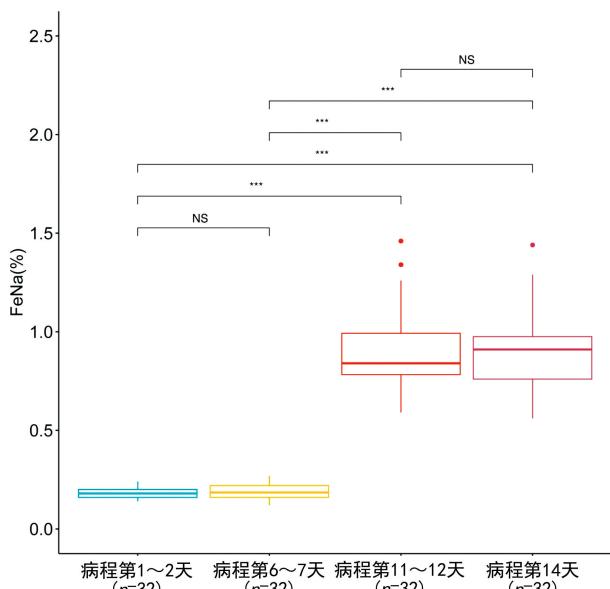
表 4 各组不同病程下 FeNa 比较 [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]

组别	n	病程第 1~2 天	病程第 6~7 天	病程第 11~12 天	病程第 14 天	H	P
无水肿组	51	1.08(0.95, 1.18)	1.06(0.94, 1.19)	1.12(0.97, 1.21)	1.07(0.95, 1.23)	2.64	0.45
轻度水肿组	43	1.01(0.86, 1.12)	1.01(0.83, 1.09)	1.07(0.99, 1.15)	1.06(0.91, 1.16)	5.05	0.17
中度水肿组	46	0.62(0.56, 0.71)	0.97(0.89, 1.08)	1.02(0.91, 1.13)	1.00(0.87, 1.09)	84.98	<0.01
重度水肿组	32	0.18(0.16, 0.20)	0.19(0.16, 0.22)	0.84(0.78, 1.00)	0.91(0.75, 0.98)	59.53	<0.01



注: \*\*\*  $P < 0.01$ , NS 表示差异无统计学意义。

图 2 中度水肿组 PNS 患儿不同病程下 FeNa 比较



注: \*\*\*  $P < 0.01$ , NS 表示差异无统计学意义。

图 3 重度水肿组 PNS 患儿不同病程下 FeNa 比较

### 3 讨 论

临幊上水肿的 PNS 患儿常缺乏血管内容量的准确评估,患児对利尿剂反应不一,原因之一是由于不同水肿程度及处于不同病程的患児血管内容量存在显著差别。仅凭临幊经验进行利尿、限液等治疗,疗效欠佳,甚至可能引起有效循环血量不足、高凝状态、

电解质紊乱等不良反应。GUPTA 等<sup>[13]</sup>以下腔静脉塌陷指数(IVCCI)为血管内容量评估指标,发现约 30% 肾病综合征患児存在血管内容量减少,而 ZDEMIR 等<sup>[14]</sup>通过 IVCCI 却未观察到任何水肿 PNS 患児血管内容量减少,原因可能是因为他们使用的临界值不同,目前通过 IVCCI 判断 PNS 患児血管内容量不足的临界值无统一标准,而且该检查存在要求患児配合度高、便捷性差等缺点。中心静脉压、肺动脉楔压、脉搏指示持续心输出量监测等有创检测手段也难以广泛开展。2019 年美国肾脏病学会临床杂志肯定了 FeNa 用于评估肾脏疾病患者血管内容量的特异性和灵敏度<sup>[7]</sup>,2022 年国际儿科肾脏病协会指南提出 FeNa 的测量可以评估血管内容量,主要用于鉴别肾前性或者肾性急性肾损伤<sup>[8]</sup>。

本研究中,约 12% 的患児其 FeNa 在治疗前  $< 0.2\%$ ,提示这部分患児存在血管内容量不足,另外 88% 患児的血管内容量可能正常或者增加<sup>[3,9]</sup>。而且治疗前  $FeNa < 0.2\%$  的这部分患児均属于重度水肿组,在重度水肿组中约占 70%。KAPUR 等<sup>[3]</sup>通过 FeNa 研究 17 例 PNS 患児血管内容量,发现有 8 例减少,但他们的研究对象仅限于重度水肿患児,而且并未对不同病程作出分类研究。GOPAL 等<sup>[10]</sup>针对肾病综合征患児血管内容量的研究中,以 FeNa 为判断指标,有 36% 的患児存在减少,本研究结果与其不同,可能是因为研究对象水肿程度存在差异,他们也并未针对不同水肿程度下及不同病程中血管内容量进行具体研究。

本研究通过对临幊指标的分析发现,血浆白蛋白、24 h 尿蛋白、24 h 尿量在不同水肿 PNS 患児中有明显差异,且病程第 1~2 天中、重度水肿组 FeNa 与血浆白蛋白水平呈正相关( $P < 0.05$ );中度水肿患児血浆白蛋白水平约 17 g/L,重度水肿约 12 g/L,和其他水肿程度患児相比均有明显降低。而中度水肿患児血管内容量出现减少,重度水肿患児血管内容量减少更加明显且出现血管内容量不足,无水肿及轻度水肿 PNS 患児的血管内容量同健康儿童相同,这与相关研究结果相似<sup>[4,10]</sup>。MANNING 等<sup>[15]</sup>研究发现,他们通过血浆置换将犬的血浆蛋白水平进行不同程度地降低,发现血浆蛋白水平降低约 33% 时,犬血管内容量无明显改变,但血浆蛋白水平降低 68% 左右时能观察到犬血管内容量的显著减少,本研究结果与其

相似。

目前关于PNS水肿的形成及血管内容量的改变主要有以下两种机制:一是低蛋白血症造成血浆胶体渗透压下降,从而引起水从血管进入组织蓄积,血管内容量的减少进一步引起肾素血管紧张素系统及抗利尿激素的激活,从而产生“继发性水钠潴留”和血管内容量“充盈不足”;二是肾小管 $\text{Na}^+ \text{-K}^+$ -ATP酶的合成及分布的上调、丝氨酸蛋白酶异常激活导致钠通道激活增加、钠泵活性增强<sup>[16-20]</sup>,使得钠重吸收增加,即“原发性水钠潴留”,最终引起血管内容量“过度充盈”及水肿。此外,有研究认为血管通透性增加可能在PNS水肿及血管内容量改变中起到一定作用<sup>[21]</sup>。同时,研究发现机体有防止水肿形成的机制,低蛋白血症本身可减少血浆蛋白向组织间隙的继续转移,淋巴液及血管内液体会进入组织间隙产生“冲刷效应”,并且组织间蛋白被回收入淋巴系统,这些变化可使组织间隙蛋白水平平行减少,甚至减少程度更大,并且可升高组织间隙静水压<sup>[22-23]</sup>。

本研究证实了PNS患儿水肿及血管内容量变化并非单一机制所致,而且指导了在不同的情况下其作用的侧重方向。重度水肿状态下,血浆蛋白水平明显下降,可能是“充盈不足”起到核心作用,而“过度充盈”、防止水肿机制对机体的影响更小,从而导致血管内容量显著减少。此时应用利尿剂、限制液体入量会增加有效循环血量不足的风险,而静脉输注白蛋白能起到更佳的消肿利尿效果。无水肿、轻度水肿状态下,机体反应过程则不同或者相反,从而导致血管内容量正常或者增加。因此,这部分患儿输注白蛋白可引起液体超负荷,而应用利尿剂、限制液体入量更安全且效果更佳。中度水肿状态下,机体变化则可能介于以上两种情况之间,而且本研究相关性分析发现相比重度水肿,血浆蛋白水平变化对中度水肿PNS患儿血管内容量影响更加敏感。

本研究发现,重度水肿组在病程<11 d时血管内容量明显减少,部分血管内容量不足,并且临幊上均可观察到不同程度的尿量减少,应用利尿剂后消肿利尿效果欠佳,部分患儿甚至出现了心率加快、四肢厥冷、毛细血管再充盈时间延长等休克前期表现。中度水肿组患儿在病程第6~7天,重度水肿组患儿在病程第11~12天出现血管内容量的明显增加,并且临幊上可以观察到水肿情况的明显好转及尿量显著增加,同时重度水肿组患儿病程第11~12天起应用利尿剂后效果好转,可能随着病程的延长及蛋白水平的升高,机体防止水肿机制、“过度充盈”相比“充盈不足”重新占据主要作用,以维持组织有效灌注<sup>[9]</sup>。

本研究的局限之处在于样本量有限,另外使用利尿剂会引起FeNa数值的升高,但本研究中重度水肿组所应用的利尿剂为托拉塞米,其消除半衰期约3.5 h。笔者在采集标本时距上次应用利尿剂均已超

过20 h,因此笔者认为利尿剂对本研究中FeNa的干扰可以忽略。

综上所述,本研究通过FeNa的测定和临床观察相结合,从不同水肿程度及不同病程两个维度进行比较分析,说明了通过FeNa判断PNS患儿血管内容量的可靠性,同时证实不同水肿程度及不同病程PNS患儿血管内容量情况不尽相同,对重度水肿PNS患儿要着重考虑其血管内容量不足的情况制订液体疗法,并根据病程的延长和病情的好转及时调整,从而更好地维持PNS患儿血管内容量,防止不良事件的发生。关于不同水肿严重程度及不同病程下PNS患儿血管内容量不同的直接作用机制仍有待进一步的研究。

## 参考文献

- [1] EDDY A A, SYMONS J M. Nephrotic syndrome in childhood[J]. Lancet, 2003, 362(9384): 629-639.
- [2] 中华医学会儿科学分会肾脏学组. 儿童激素敏感、复发/依赖PNS诊治循证指南(2016)[J]. 中华儿科杂志, 2017, 55(10): 729-734.
- [3] KAPUR G, VALENTINI R P, IMAM A A, et al. Treatment of severe edema in children with nephrotic syndrome with diuretics alone-a prospective study[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2009, 4(5): 907-913.
- [4] WAALLE J G J V, DONCKERWOLCKE R A, KOOMANS H A. Pathophysiology of edema formation in children with nephrotic syndrome not due to minimal change disease[J]. J Am Soc Nephrol, 1999, 10(2): 323-331.
- [5] BUYUKAVCI M A, ÇİVİLIBAL M, ELEVLI M, et al. Hypo- and hypervolemic edema in children with steroid-sensitive nephrotic syndrome[J]. Turk J Med Sci, 2015, 45(1): 178-183.
- [6] GURGOZE M K, GUNDUZ Z, POYRAZOGLU M H, et al. Role of sodium during formation of edema in children with nephrotic syndrome[J]. Pediatr Int, 2011, 53(1): 50-56.
- [7] PALMER B F, CLEGG D J. The use of selected urine chemistries in the diagnosis of kidney disorders (vol 14, pg 306, 2019)[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2019, 14(2): 306-316.
- [8] TRAUTMANN A, BOYER O, HODSON E, et al. IPNA clinical practice recommendations for the diagnosis and management of children with steroid-sensitive nephrotic syndrome[J]. Pediatr Nephrol, 2023, 38(3): 877-919.
- [9] ELLIS D. Pathophysiology, evaluation, and management of edema in childhood nephrotic syndrome[J]. Front Pediatr, 2016, 3: 111.
- [10] GOPAL S, SHARAM S, RANI A, et al. Assessment of intravascular volume status in children with nephrotic edema using serum and urinary indices and its correlation with inferior vena cava collapsibility index[J]. Indian J Pediatr, 2023, 90(1): 76-78.

(下转第1830页)

· 论 著 ·

# COPD 合并气胸患者血清 SAA、IL-10、IL-21 水平与首次急性加重关系研究\*

陈玉梅, 张美霞, 田茂良<sup>△</sup>

自贡市第一人民医院呼吸与危重症医学科, 四川自贡 643000

**摘要:**目的 探讨慢性阻塞性肺疾病(COPD)合并气胸患者血清淀粉样蛋白 A(SAA)、白细胞介素-10(IL-10)、白细胞介素-21(IL-21)水平与首次急性加重的关系。方法 选取 2020 年 1 月至 2023 年 1 月该院收治的 102 例稳定期 COPD 合并气胸患者, 均进行胸腔闭式引流、抗炎、平喘、祛痰、经鼻高流量湿化氧疗(HFNC)治疗。根据其治疗后 1 年内是否出现首次急性加重分成两组, 发生首次急性加重组(1 年内随访发生首次急性加重入院治疗, 共 32 例)和未发生首次急性加重组(1 年内随访未发生首次急性加重, 共 70 例)。比较两组治疗后血清 SAA、IL-10 和 IL-21 水平及血气指标, 采用多因素 Logistic 回归分析 HFNC 治疗后首次急性加重的影响因素, 受试者工作特征(ROC)曲线分析治疗后血清 SAA、IL-10 和 IL-21 水平对 COPD 合并气胸患者首次急性加重的预测价值。结果 两组合并低蛋白血症、吸烟、合并基础疾病、用力肺活量(FVC)、第 1 秒用力呼气容积(FEV<sub>1</sub>)占预计值的百分比(FEV<sub>1</sub>%)、FEV<sub>1</sub> 与 FVC 比值(FEV<sub>1</sub>/FVC)、动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)、动脉血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)、SAA、IL-10、IL-21 比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析显示, 合并低蛋白血症、吸烟、合并基础疾病、PaCO<sub>2</sub>、SAA、IL-10、IL-21 均为 HFNC 治疗后首次急性加重的危险因素( $P < 0.05$ ), 而 FVC、FEV<sub>1</sub>%、FEV<sub>1</sub>/FVC、PaO<sub>2</sub> 是治疗后首次急性加重的保护因素( $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析结果显示, 治疗后血清 SAA、IL-10 和 IL-21 水平预测 COPD 合并气胸患者首次急性加重的曲线下面积(AUC)分别为 0.755、0.726、0.674, 当血清 SAA、IL-10 和 IL-21 的截断值为 171.06 g/L、26.46 pg/mL 和 244.79 pg/mL 时, 灵敏度分别为 76.51%、60.84%、56.90%, 特异度分别为 66.73%、74.49%、74.52%。三者联合预测的 AUC 为 0.860, 灵敏度为 80.44%, 特异度为 76.51%。**结论** COPD 合并气胸患者血清 SAA、IL-10 和 IL-21 水平均对 COPD 合并气胸的患者病情首次急性加重有一定的预测价值。

**关键词:**慢性阻塞性肺疾病; 经鼻高流量湿化氧疗; 血清淀粉样蛋白 A; 白细胞介素-10; 白细胞介素-21; 首次急性加重

**DOI:**10.3969/j.issn.1673-4130.2025.15.006**中图法分类号:**R563**文章编号:**1673-4130(2025)15-1825-06**文献标志码:**A

## Study on the relationship between serum SAA, IL-10, IL-21 levels and the first acute exacerbation in COPD patients with pneumothorax\*

CHEN Yumei, ZHANG Meixia, TIAN Maoliang<sup>△</sup>

Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zigong First People's Hospital, Zigong, Sichuan 643000, China

**Abstract: Objective** To investigate the relationship between serum amyloid A (SAA), interleukin-10 (IL-10), interleukin-21 (IL-21) levels and the first acute exacerbation in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) with pneumothorax. **Methods** A total of 102 patients with stable COPD complicated with pneumothorax admitted to the hospital from January 2020 to January 2023 were selected. They were treated with closed thoracic drainage, anti-inflammatory, antiasthmatic, expectorant, and high-flow nasal humidification oxygen therapy (HFNC). The patients were divided into two groups according to whether they had the first acute exacerbation within 1 year after treatment, the first acute exacerbation group (32 patients had the first acute exacerbation within 1 year of follow-up) and the non-first acute exacerbation group (70 patients had no first acute exacerbation within 1 year of follow-up). Serum SAA, IL-10 and IL-21 levels and

\* 基金项目:四川省医学科研课题(S22046)。

作者简介:陈玉梅,女,主治医师,主要从事慢性气道炎症、感染、重症相关研究。 △ 通信作者,E-mail:1104774291@qq.com。