

## 慢性肾脏病患者杨桃中毒的研究进展

牛庆雨<sup>1</sup> 赵慧萍<sup>1</sup>

**【摘要】**杨桃(Star Fruit)中含有某种神经毒素,慢性肾脏病(chronic renal disease,CKD)患者食用后易出现中毒表现,死亡率高。临床表现主要为呃逆、恶心、呕吐、肢体麻木、意识障碍甚至癫痫和昏迷等神经毒性反应。近期研究发现,杨桃中的毒性物质为caramboxin,是一种脂溶性物质,有引起兴奋、惊厥和神经抑制表现的作用。针对杨桃中毒的治疗目前尚不统一,通常需要联合多种治疗,尤其是血液净化治疗。本文将就杨桃中毒的发病机制、临床表现、诊疗的研究进展做一介绍。

**【关键词】**杨桃;呃逆;神经毒性;慢性肾脏病;透析

中图分类号: R692.5 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1671-4091.2018.06.012

**Research progress in star fruit intoxication in chronic renal disease patients** NIU Qing-yu<sup>1</sup>, ZHAO Hui-ping<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Nephrology, Peking University People's Hospital, Beijing, 100044 China

Corresponding author: ZHAO Hui-ping, Email: huipingzhao2009@163.com

**【Abstract】**Star fruit contains neurotoxins that often cause intoxication with high mortality in chronic renal disease patients. Clinical manifestations of star fruit intoxication include hiccup, nausea, vomiting, limb numbness, consciousness disturbance, seizure and coma. The neurotoxin of star fruit is a liposoluble molecule called caramboxin, which has potent excitatory, convulsant and neurodegenerative properties. Currently, there is no consensus about the optimal strategy against star fruit intoxication. Comprehensive treatment strategy may be necessary and blood purification may be useful. In this paper, we introduce the pathogenesis, clinical manifestations, diagnosis and treatment of star fruit intoxication.

**【Key words】**Star fruit; Hiccup; Neurotoxicity; Chronic renal disease; Dialysis

杨桃(star fruit)是一种热带、亚热带水果,多产于马来西亚、印度尼西亚、印度、巴西等国家,中国台湾、海南、福建和广西等地也有种植。杨桃可直接食用,或做成果汁、沙拉、饮料等,有些餐厅会摆放杨桃作为装饰。在印度,成熟的杨桃可用于止血或减轻痔疮出血。在巴西,杨桃可用作利尿剂,有时还可用作镇咳剂和祛痰剂。近年来,陆续有病例报告报道慢性肾脏病、尤其是透析患者食用杨桃后中毒的现象。这些患者食用杨桃后可出现呃逆、恶心、呕吐、肢体麻木、甚至意识障碍、癫痫及昏迷等表现,且死亡率较高。尽管已有许多关于杨桃中毒的报道,但这一现象并未得到充分的认识。本文将就肾功能异常患者杨桃中毒的发病机制、诊疗的研究进展做一介绍。

### 1 杨桃中毒的流行病学特点

1980年Muir和Lam首次报道了杨桃对中枢神经

系统的抑制作用<sup>[1]</sup>。1998年Neto等<sup>[2]</sup>报道了6例规律透析的肾脏病患者——其中3名患者行血液透析(hemodialysis,HD)治疗,1名行持续不卧床腹膜透析(continuous ambulatory peritoneal dialysis,CAPD)治疗,另2名为CAPD后转为HD治疗——在食用杨桃后出现了呃逆、呕吐、躁动、意识障碍、癫痫、呼吸困难和低血压等症状,其中1例中毒严重患者在出现意识模糊、癫痫、呼吸困难和低血压后死亡。早期杨桃中毒的报道主要来自巴西、印度、中国台湾和香港及马来西亚<sup>[1-18]</sup>,随着对杨桃中毒的认识加深,全球范围的报道逐渐增多,近年来也有中国南方地区(海南、广东、福建等)的报道<sup>[19-24]</sup>。研究显示肾功能异常患者食用杨桃后出现中毒表现(呃逆等)的几率很高,而肾功能正常者出现中毒表现的几率低<sup>[18]</sup>。2001年Chen等<sup>[25]</sup>报道了2例肾功能正常的患者在摄入大量杨桃果汁后出现了恶心、呕吐、腹

作者单位:100044 北京,<sup>1</sup>北京大学人民医院肾内科

通讯作者:赵慧萍 100044 北京,<sup>1</sup>北京大学人民医院肾内科 Email:huipingzhao2009@163.com

痛、腹泻、背痛和急性肾损伤等表现,空腹和脱水状态为诱发因素。2009年Neto等<sup>[12]</sup>报道了5例肾功能正常的患者在摄入杨桃或果汁后出现类似情况,其中2例行肾脏病理检查,显示为急性肾小管坏死和草酸性肾病。

虽然杨桃中毒并不常见,但对于肾功能异常的患者,杨桃中毒的预后差,死亡率高。患者往往在食用杨桃后数小时内发病,若病史询问不详细、漏诊的几率较高,易延误诊断及治疗。研究发现,肾功能异常的患者杨桃中毒的死亡率可高达20%~40%<sup>[3,5,6]</sup>。Chua等<sup>[26]</sup>回顾总结了既往杨桃中毒的报道,共126名杨桃中毒患者,其中48%为终末期肾脏病患者,31%为慢性肾衰竭,21%为肾功能正常患者,肾功能正常者中无人死亡,肾功能异常患者中死亡率为30%。目前认为,杨桃中毒的死亡率与中毒的严重程度有关,意识障碍和癫痫等表现往往与预后不良有关。Tsai等<sup>[9]</sup>复习既往文献并总结该中心病例,汇总53名杨桃中毒患者的资料,结果显示其中16人出现癫痫表现,在这16人中死亡率高达75%,而未出现癫痫的患者中死亡率仅0.03%。

## 2 杨桃中毒的发病机制

杨桃中成分复杂,含有多种酯类、草酸、维生素C和钙、钾、镁等物质。早期认为食用杨桃后出现中毒表现是由于杨桃中富含钾、草酸等物质。虽然杨桃中富含钾,但并未观察到杨桃中毒的患者出现血钾升高<sup>[3,5]</sup>。2007年Fang等<sup>[27]</sup>的动物实验显示,杨桃中的草酸是导致肾功能受损小鼠出现神经毒性表现的主要成分之一,但并不排除有其他毒性物质的可能。2001年Chen等<sup>[25]</sup>和2016年Barman等<sup>[28]</sup>均报道了肾功能正常的患者在食用杨桃后出现了急性草酸性肾病,诱因为在空腹或脱水的情况下摄入大量杨桃或杨桃果汁。1998年Neto等<sup>[2]</sup>报道,杨桃中含有一种强有力的神经毒素,可以在血液中积累,可以穿过血脑屏障甚至造成不可逆的损害。2005年Carolino等<sup>[29]</sup>发现,杨桃中的神经毒素是一种脂溶性分子,分子质量小于500,这种物质不同于草酸,可以引起实验动物的行为改变和癫痫表现。Wu等<sup>[11]</sup>观察到,杨桃中的毒性成分在各组织中的分布是不均匀的。2013年Garcia-Cairasco等<sup>[30]</sup>提取出了杨桃中的神经毒素,并命名为caramboxin,该物质是一种苯基丙氨酸样的脂溶性分子,相对分子质量为256.08。这种神经毒素在肾功能异常的患者体内清除率是降低的,有引起兴奋、惊厥和神经抑制表现的作用。但关于Caramboxin在体内的代谢过程、

肾脏排泄率和蛋白结合率等,还有待进一步研究。

## 3 杨桃中毒的临床表现及诊断

患者多于进食杨桃后数小时内出现症状,一般为0.5~24h内<sup>[2,4,7-9]</sup>。多数患者进食一次杨桃即出现症状后就医,少数症状轻微的患者因未意识到症状是由进食杨桃引起,故多次进食杨桃。患者出现的症状多样,严重程度不一,其中以呃逆最为常见,其次是呕吐、意识障碍、躁动、昏迷、癫痫、失眠等<sup>[3-6,8,17,26,31]</sup>。在不同症状中,呃逆是最常见的症状,但出现呃逆的患者死亡率并不高,说明呃逆是杨桃中毒后出现的较轻微症状,而出现癫痫症状的患者死亡率最高,其次为意识障碍、昏迷等<sup>[5,13,26]</sup>。2003年Neto等将杨桃中毒的神经毒性反应表现分为轻、中、重3个等级<sup>[5]</sup>。轻度中毒表现为呃逆、恶心、呕吐、腹痛、失眠等;中度中毒表现为躁动、肢体麻木、感觉异常、轻度意识障碍等;重度中毒表现为严重意识障碍、昏迷、癫痫、低血压、休克等。在有些病例中,如患者未经适当治疗,杨桃中毒程度可由轻度进展至重度,且进展的速度不一,主要与患者个体差异有关。Chua等<sup>[26]</sup>据此分类标准,对126名患者进行杨桃中毒表现的分级,发现中毒程度越严重,死亡率越高:轻度中毒者死亡率为0%(0/56),中度中毒者为27%(10/37),重度中毒者为58%(19/33)。

杨桃中毒的临床表现无特异性,中毒较轻时,呃逆、恶心和呕吐等表现常被误认为是消化系统疾病的症状,中毒较严重时的表现可能更像脑血管疾病或内分泌及代谢障碍引起的疾病,如代谢性脑病等<sup>[5,11,32]</sup>。杨桃中毒的临床表现具有个体差异,可能的影响因素包括:个体生物反应、患者年龄、杨桃中含神经毒素的量、杨桃品种和神经毒素的代谢与排泄。也有研究报道,摄入杨桃的量与症状或死亡率无直接关系,即使摄入很少量的杨桃,也可能导致严重的神经系统并发症和死亡<sup>[9,26]</sup>。杨桃摄入史和临床表现是确定杨桃中毒诊断的重要依据。因此,对于肾功能异常的患者如出现呃逆、呕吐、肢体麻木、意识障碍甚至昏迷、癫痫等表现,应想到杨桃中毒的可能,认真询问病史,如发病前确曾摄入杨桃,应在排除脑血管疾病及其他疾病的情况下,及时明确诊断并相应治疗。

## 4 杨桃中毒的治疗

既往的治疗大多为经验性治疗,对于治疗方式的选择,至今仍无共识。由于杨桃中毒进展较快、死亡率较高,往往需要联合多种治疗措施。

### 4.1 药物治疗

Neto等<sup>[5]</sup>报道,使用氯丙嗪和胃复安等药物治疗杨桃中毒引起的顽固性呃逆,即使剂量很大也无效。其他抗惊厥、癫痫等镇静药物包括苯妥英、丙戊酸、异戊巴比妥、咪达唑仑等的使用对于控制杨桃中毒引起的癫痫也效果不佳<sup>[9,10,14,33]</sup>。既往肾功能正常的患者,若仅出现呃逆、呕吐、失眠等轻微表现而无神经系统症状,对症支持治疗能起到效果<sup>[12,17,28]</sup>。但既往慢性肾衰竭、规律透析的患者,杨桃中毒后仅予以对症治疗,往往预后不良<sup>[5]</sup>。

#### 4.2 透析治疗

既往规律HD患者杨桃中毒后,往往继续行HD治疗,不改变透析方式。最初的报道中,CKD患者杨桃中毒后行HD治疗,呃逆等症状逐渐缓解<sup>[34]</sup>,因此认为杨桃毒素可以通过透析排出。1998年Neto等报道<sup>[5]</sup>5名规律HD的患者食用杨桃后出现呃逆、恶心、呕吐、失眠、躁动等症状,予以常规HD治疗后症状逐渐消失,认为HD可以改善杨桃中毒的症状,清除杨桃中的有毒成分。2003年,Neto等<sup>[5]</sup>再次报道杨桃中毒的情况:15名规律HD患者中,3名重度中毒患者予以对症治疗后均死亡,另12名表现为轻、中、重度中毒,经隔日HD或每日HD加强透析治疗后均治愈。而另一关于杨桃中毒的报道<sup>[3]</sup>中,15名规律HD治疗的患者,其中有意识障碍表现的9名患者增加HD治疗频率,仍有8名患者死亡;中毒表现轻的6名患者行常规HD治疗,均治愈。透析治疗的效果与中毒的

严重程度明显相关,轻微中毒者可单纯予以HD治疗,是否增加透析频率可视患者恢复情况而定,出现意识模糊、癫痫、昏迷等表现的中、重度中毒患者应增加透析频率,如隔日HD或每日HD,并及时联合其他治疗方式(详见下文)。

既往规律腹膜透析(peritoneal dialysis,PD)的患者发生杨桃中毒后,可能涉及到透析方式的转换,继续腹膜透析的疗效报道不一。现将腹膜透析患者杨桃中毒的治疗及预后情况汇总如下(见表1)。PD在改善杨桃中毒症状、清除毒物方面的效果较HD稍差,但对于中毒较轻者,仍能起到治疗作用。轻度中毒的PD患者可继续应用PD治疗,并增加透析剂量以强化透析作用,若中毒较重,应在强化PD治疗的同时联合HD及其他治疗<sup>[13]</sup>。

#### 4.3 血液灌流及血液滤过治疗

一些研究报道,血液灌流(hemoperfusion,HP)、血液滤过(hemofiltration,HF)等技术在杨桃中毒的治疗中也显示出有效的作用。Wu等<sup>[11]</sup>报道,2名出现癫痫、昏迷表现的严重杨桃中毒患者经过HD联合HP治疗后均恢复,认为HP在治疗杨桃中毒方面有较好的效果。他们观察到HD治疗没有很好地改善中毒症状,而随后的HP治疗使患者的神志明显好转。Chan等<sup>[13]</sup>报道联合HP和HF治疗后,患者情况逐渐好转无复发,但无法确定HP和HF哪种治疗起主要作用。Herbland等<sup>[14]</sup>报道了6例重度杨桃中

表1 腹膜透析患者杨桃中毒的治疗及预后汇总

研究	地区	患者编号	杨桃形式及量	症状	中毒程度	治疗方式及方案	预后
Neto等 <sup>[2]</sup> , 1998	巴西	1	杨桃2个	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	重度	常规CAPD	死亡
Chang等 <sup>[3]</sup> , 2000	台湾	1	杨桃	1, 8	轻度	常规HD	存活
		2	果汁	1, 3, 8	中度	HD, 增加频率	存活
		3	杨桃	1, 8, 9	轻度	常规CAPD	存活
		4	杨桃	10	轻度	常规CAPD	存活
Neto等 <sup>[5]</sup> , 2003	巴西	1	杨桃1个	1	轻度	IPD	存活
		2	杨桃1个	1	轻度	IPD	存活
		3	杨桃8个	1, 2, 3, 4	中度	IPD	存活
		4	杨桃4个	1, 3, 11	中度	HD	存活
		5	果汁0.5L	1, 2, 3, 5	重度	IPD+CAVHDF	死亡
		6	杨桃3个	1, 2, 3, 5	重度	IPD	死亡
		7	杨桃1个	1, 2, 3, 4, 5, 11	重度	CAPD+HD	死亡
Tse等 <sup>[6]</sup> , 2003	香港	1	-	2, 12	中度	大剂量CAPD	存活
		2	-	1, 2	轻度	大剂量CAPD	存活
		3	-	1	轻度	常规CAPD	存活
		4	-	1	轻度	常规CAPD	存活
张万帆等 <sup>[21]</sup> , 2001	广东	1	杨桃2个	1, 2, 4, 5, 9, 13, 14	重度	大剂量CAPD+HD	存活
		2	杨桃4个	1, 12, 13	重度	每日HD	存活
张万帆等 <sup>[23]</sup> , 2004	广东	1	杨桃300g	1, 2, 4, 11, 13, 14	重度	每日HD	存活

注:症状:1,呃逆;2,呕吐;3,意识障碍;4,躁动;5,癫痫;6,低血压;7,呼吸困难;8,肢体麻木;9,肌力下降;10,皮肤感觉异常;11,乏力;12,昏睡;13,昏迷;14,恶心。CAPD:持续不卧床腹膜透析;IPD:间歇腹膜透析;HD:血液透析;CAVHDF:持续动静脉血液透析滤过; -:未获得

毒的患者:2例单纯HD治疗,1例恢复,1例死亡;1例予以血液透析滤过(hemodiafiltration,HDF)治疗,8天后恢复;另外3例采取了HF等治疗:1例仅HF治疗,14天后恢复;1例HD联合HF治疗,10天后恢复;另1例予以HD联合HF、HDF治疗,患者38天后死亡。HP在各种急性中毒的救治中起着重要作用,能够清除脂溶性物质,促进药物排出体外并减少昏迷的持续时间<sup>[35]</sup>。caramboxin的脂溶性特征可能决定了在清除该分子、缓解症状方面,HP的效果优于HD。

#### 4.4 其他血液净化治疗技术

Neto等<sup>[2]</sup>的报道中,有2名严重杨桃中毒(出现癫痫及血流动力学不稳)的患者,经连续静脉-静脉血液透析(continuous veno-venous hemodialysis, CVVHD)和连续动静脉血液透析(continuous arterio-venous hemodialysis, CAVHD)治疗后均恢复。另外,Wu等<sup>[33]</sup>认为,持续低效每日血液透析滤过(sustained low-efficiency daily diafiltration, SLEDD-f)在清除中分子大小的物质上效果较好,能为需要肾脏替代治疗的重症患者提供更好的预后,与HP联合治疗严重杨桃中毒似乎安全,能促进患者好转<sup>[33]</sup>。

患者的初始肾功能情况、中毒严重性以及治疗措施的选择都影响了患者的预后<sup>[26]</sup>。对于轻中度中毒患者应强化透析治疗,出现癫痫、昏迷、血流动力学不稳定等表现的严重病例应尽早转入重症监护予以支持治疗,早期联合HD、HP和/或HF等治疗<sup>[13]</sup>。在治疗中应避免过于关注对症治疗,而应重视随后的治疗,尤其是毒物的清除,以解除毒物对中枢神经系统的抑制作用。

#### 5 杨桃中毒的预防

医护人员及患者要认识到肾功能异常时食用杨桃的危险性,为预防杨桃中毒,应对CKD患者、尤其是透析患者进行充分的患者教育,避免进食杨桃或含杨桃成分的食物。肾功能正常的人也应避免一次性大量食用杨桃或其果汁等,尤其是在劳累、脱水的状态下,避免杨桃中的毒素造成急性肾损伤的发生。

综上所述,CKD患者食用杨桃或含杨桃成分的食物后,由于肾功能损伤,不能及时有效地清除杨桃中神经毒素caramboxin等成分,易出现以神经系统症状为主的中毒表现,且预后较差。肾功能异常的患者应避免进食杨桃及含有杨桃成分的食物。若患者无诱因出现顽固性呃逆、恶心、肢体麻木、感觉异常及意识障碍等表现应想到杨桃中毒的可能。杨桃摄入史和相关的神经毒性反应临床表现是杨桃中毒

诊断的重要依据。应该根据患者的临床表现评估中毒程度,及时进行强化透析治疗,必要时联合HP、HF等治疗,促进神经毒素的清除,缓解症状,挽救患者的生命。

#### 参考文献

- [1] Muir CK, Lam CK. Depressant action of averrhoa carambola[J]. Med J Malaysia, 1980, 34(3): 279.
- [2] Neto MM, Robl F, Netto JC. Intoxication by star fruit (Averrhoa carambola) in six dialysis patients? (Preliminary report)[J]. Nephrol Dial Transplant, 1998, 13(3): 570-572.
- [3] Chang JM, Hwang SJ, Kuo HT, et al. Fatal outcome after ingestion of star fruit (Averrhoa carambola) in uremic patients[J]. Am J Kidney Dis, 2000, 35(2): 189-193.
- [4] Chang CT, Chen YC, Fang JT, et al. Star fruit (Averrhoa carambola) intoxication: an important cause of consciousness disturbance in patients with renal failure[J]. Ren Fail, 2002, 24(3): 379-382.
- [5] Neto MM, da Costa JA, Garcia-Cairasco N, et al. Intoxication by star fruit (Averrhoa carambola) in 32 uraemic patients: treatment and outcome[J]. Nephrol Dial Transplant, 2003, 18(1): 120-125.
- [6] Tse KC, Yip PS, Lam MF, et al. Star fruit intoxication in uraemic patients: case series and review of the literature[J]. Intern Med J, 2003, 33(7): 314-316.
- [7] Chang CH, Yeh JH. Non-convulsive status epilepticus and consciousness disturbance after star fruit (Averrhoa carambola) ingestion in a dialysis patient[J]. Nephrology (Carlton), 2004, 9(6): 362-365.
- [8] Chen LL, Fang JT, Lin JL. Chronic renal disease patients with severe star fruit poisoning: hemoperfusion may be an effective alternative therapy[J]. Clin Toxicol (Phila), 2005, 43(3): 197-199.
- [9] Tsai MH, Chang WN, Lui CC, et al. Status epilepticus induced by star fruit intoxication in patients with chronic renal disease[J]. Seizure, 2005, 14(7): 521-525.
- [10] Wang YC, Liu BM, Supernaw RB, et al. Management of star fruit-induced neurotoxicity and seizures in a patient with chronic renal failure[J]. Pharmacotherapy, 2006, 26(1): 143-146.
- [11] Wu MY, Wu IW, Wu SS, et al. Hemoperfusion as an effective alternative therapy for star fruit intoxication: a report of 2 cases[J]. Am J Kidney Dis, 2007, 49(1): e1-5.
- [12] Neto MM, Silva GE, Costa RS, et al. Star fruit: simultaneous neurotoxic and nephrotoxic effects in people with previously normal renal function[J]. NDT Plus, 2009, 2(6): 485-488.
- [13] Chan CK, Li R, Shum HP, et al. Star fruit intoxication successfully treated by charcoal haemoperfusion and intensive haemofiltration[J]. Hong Kong Med J, 2009, 15(2): 149-152.
- [14] Herbland A, El Zein I, Valentino R, et al. Star fruit poisoning is potentially life-threatening in patients with moderate chronic renal failure[J]. Intensive

- Care Med, 2009, 35(8): 1459-1463.
- [15] Chen SH, Tsai MH, Tseng YL, et al. Star fruit intoxication in a patient with moderate renal insufficiency presents as a posterior reversible encephalopathy syndrome[J]. Acta Neurol Taiwan, 2010, 19(4): 287-291.
- [16] Moreira FG, Iervolino RL, Dall'Orto SZ, et al. Star fruit intoxication in a chronic renal failure patient: case report[J]. Rev Bras Ter Intensiva, 2010, 22(4): 395-398.
- [17] Abeysekera RA, Wijetunge S, Nanayakkara N, et al. Star fruit toxicity: a cause of both acute kidney injury and chronic kidney disease: a report of two cases[J]. BMC Res Notes, 2015, 8: 796.
- [18] Barretti P. Star fruit intoxication in chronic kidney disease patients: from the first clinical description to caramboxin[J]. J Bras Nefrol, 2015, 37(4): 429-430.
- [19] 冯婉贞, 李洪, 陈惠. 尿毒症患者杨桃中毒(附17例报道)[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 1999, 8(05): 448.
- [20] 李洪, 曾丽花, 卢飞杏, et al. 尿毒症患者进食杨桃的中毒表现[J]. 中华肾脏病杂志, 2000, 20(04): 238.
- [21] 张万帆, 卢杭楨. 尿毒症患者杨桃中毒2例[J]. 广东医学, 2001, 39(06): 509.
- [22] 陈文, 庄乙君. 家庭腹膜透析患者杨桃中毒31例报告[J]. 中华肾脏病杂志, 2003, 19(06): 67.
- [23] 张万帆, 洪小平, 谢守霞, et al. 慢性肾衰竭患者杨桃中毒9例报告[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2004, 5(05): 283-285.
- [24] 王媛, 赵久阳. 血液透析患者进食杨桃中毒一例[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2012, 6(24): 8420.
- [25] Chen CL, Fang HC, Chou KJ, et al. Acute oxalate nephropathy after ingestion of star fruit[J]. Am J Kidney Dis, 2001, 37(2): 418-422.
- [26] Chua CB, Sun CK, Tsui HW, et al. Association of renal function and symptoms with mortality in star fruit (*Averrhoa carambola*) intoxication[J]. Clin Toxicol (Phila), 2017: 1-5.
- [27] Fang HC, Chen CL, Lee PT, et al. The role of oxalate in star fruit neurotoxicity of five-sixths nephrectomized rats[J]. Food Chem Toxicol, 2007, 45(9): 1764-1769.
- [28] Barman AK, Goel R, Sharma M, et al. Acute kidney injury associated with ingestion of star fruit: Acute oxalate nephropathy[J]. Indian J Nephrol, 2016, 26(6): 446-448.
- [29] Carolino RO, Belebani RO, Pizzo AB, et al. Convulsant activity and neurochemical alterations induced by a fraction obtained from fruit *Averrhoa carambola* (Oxalidaceae: Geraniales) [J]. Neurochem Int, 2005, 46(7): 523-531.
- [30] Garcia-Cairasco N, Moyses-Neto M, Del Vecchio F, et al. Elucidating the neurotoxicity of the star fruit [J]. Angew Chem Int Ed Engl, 2013, 52(49): 13067-13070.
- [31] Caetano CP, de Sa CB, Faleiros BA, et al. Neurotoxicity following the Ingestion of Bilimbi Fruit (*Averrhoa bilimbi*) in an End-Stage Renal Disease Patient on Hemodialysis[J]. Case Rep Nephrol Dial, 2017, 7(1): 6-12.
- [32] Chen CL, Chou KJ, Wang JS, et al. Neurotoxic effects of carambola in rats: the role of oxalate[J]. J Formos Med Assoc, 2002, 101(5): 337-341.
- [33] Wu CL, Chiu PF, Yang Y, et al. Sustained low-efficiency daily dialysis with hemoperfusion as a therapy for severe star fruit intoxication: a report of two cases[J]. Ren Fail, 2011, 33(8): 837-841.
- [34] Martin L, Caramori J, Barretti P, et al. Intractable hiccups induced by carambola (*Averrhoa carambola*) ingestion in patients with end-stage renal failure[J]. J Bras Nefrol, 1993, 15: 92-94.
- [35] Garella S. Extracorporeal techniques in the treatment of exogenous intoxications[J]. Kidney Int, 1988, 33(3): 735-754.

(收稿日期:2017-10-11)

(本文编辑:苏华)