



开放科学
(资源服务)
标识码(OSID)

甲状旁腺切除术对肾性继发性甲状旁腺功能亢进患者 NLR、PLR 的影响

刘甜甜 陶舒曼 王德光

安徽医科大学第二附属医院肾脏内科,合肥 230601

通信作者:王德光,Email:wangdeguang@ahmu.edu.cn

【摘要】 目的 探讨甲状旁腺切除术对肾性继发性甲状旁腺功能亢进(secondary hyperparathyroidism, SHPT)患者中性粒细胞/淋巴细胞比值(neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)、血小板/淋巴细胞比值(platelet-to-lymphocyte ratio, PLR)的影响,及 NLR、PLR 与贫血、血钙、血磷间的关系。**方法** 选取 2013 年 1 月至 2019 年 1 月在安徽医科大学第二附属医院肾脏内科行甲状旁腺切除术的 151 例肾性 SHPT 患者。术后根据全段甲状旁腺素(intact parathyroid hormone, iPTH)水平分为手术成功组和持续性 SHPT 或复发性 SHPT 组,比较两组术后 NLR、PLR 等指标的变化。**结果** 相关性分析提示术前 NLR 与白细胞计数、超敏 C 反应蛋白、血磷、钙磷乘积呈正相关($P < 0.05$)。术前 PLR 与血磷、钙磷乘积呈正相关($P < 0.05$),与血红蛋白呈负相关($P < 0.05$)。手术成功组中,与术前相比,血钙、血磷、NLR、PLR、iPTH 明显下降,血红蛋白、红细胞计数、淋巴细胞计数较术前明显升高($P < 0.05$)。持续性 SHPT 或复发性 SHPT 组中,术后血钙、iPTH 较术前下降($P < 0.05$),而 NLR、PLR、血红蛋白等指标手术前后比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。多因素回归分析结果显示术前 NLR、PLR 可分别预测手术前后 NLR 变化量、PLR 变化量。**结论** 成功的甲状旁腺切除术可以降低 NLR 和 PLR,通过对全身炎症的调节作用,可能在一定程度上改善肾性 SHPT 患者的贫血及矿物质和骨代谢异常。

【关键词】 甲状旁腺切除术;继发性甲状旁腺功能亢进;中性粒细胞/淋巴细胞比值;血小板/淋巴细胞比值

基金项目:安徽省自然科学基金(2008085MH244);安徽医科大学校科研基金项目(2019xkj140)

DOI:10.3969/j.issn.1671-2390.w20-114

Effect of parathyroidectomy on NLR and PLR in patients with renal secondary hyperparathyroidism

Liu Tian-tian, Tao Shu-man, Wang De-guang

Department of Nephrology, Second Affiliated Hospital, Anhui Medical University, Hefei 230601, China

Corresponding author: Wang De-guang, Email:wangdeguang@ahmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To explore the effects of parathyroidectomy on neutrophil-to-lymphocyte ratio(NLR) and platelet-to-lymphocyte ratio(PLR) in patients with renal secondary hyperparathyroidism(SHPT). Also the correlation was made between NLR, PLR and anemia, calcium and phosphorus, which provides clinical basis for improving anemia, mineral and bone disorder (MBD) and quality-of-life in SHPT patients. **Methods** A total of 151 patients with renal SHPT undergoing parathyroidectomy from January 2013 to January 2019 were recruited. According to the postoperative level of intact parathyroid hormone(iPTH), they were divided into two groups of successful and persistent or recurrent SHPT. The postoperative changes of NLR/PLR and other parameters were compared between two groups. **Results** Spearman's correlation analysis indicated that preoperative NLR was positively correlated with white blood cell count, hypersensitive

C-reactive protein, phosphorus, calcium and phosphorus product ($P < 0.05$). Preoperative PLR was correlated positively with phosphorus, serum calcium and phosphorus product ($P < 0.05$) and negatively with hemoglobin ($P < 0.05$). In successful group, as compared preoperatively, serum levels of calcium, phosphorus, NLR/PLR, platelet count and iPTH decreased markedly while hemoglobin, red blood cell count and lymphocyte count rose obviously ($P < 0.05$). In persistent or recurrent SHPT group, postoperative serum levels of calcium and iPTH decreased as compared preoperatively ($P < 0.05$). No statistically significant difference existed in NLR/PLR, hemoglobin or other parameters before and after operation ($P > 0.05$). Multi-factorial regression analysis revealed that preoperative NLR/PLR could predict the variations of NLR (Δ NLR) and PLR (Δ PLR). **Conclusions** Successful parathyroidectomy decreases NLR/PLR. And the modulatory effects of parathyroidectomy on systemic inflammation may improve the symptoms of anemia and MBD in patients with renal SHPT.

【Key words】 Parathyroidectomy; Secondary hyperparathyroidism; Neutrophil-to-lymphocyte ratio; Platelet-to-lymphocyte ratio

Fund program: Anhui Provincial Natural Science Fund (2008085MH244); Research Fund Project of Anhui Medical University (2019xkj140)

DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.w20-114

肾性继发性甲状旁腺功能亢进 (secondary hyperparathyroidism, SHPT) 是维持性透析治疗慢性肾脏病 (chronic kidney disease, CKD) 患者的常见并发症, 可使患者骨折、心血管事件增加, 严重影响患者生存质量, 因此需积极防治 SHPT。磷酸盐结合剂、维生素 D 类似物等内科治疗并不能充分控制 SHPT 患者严重的甲状旁腺增生及临床症状^[1]。目前甲状腺切除术 (parathyroidectomy, PTX) 已成为该人群治疗的有效方法之一。

CKD 患者体内普遍存在系统性炎症反应^[2]。同时, 在 SHPT 患者中, 甲状旁腺激素 (parathyroid hormone, PTH) 水平与炎症标志物水平呈正相关^[3], 表明 SHPT 可能直接或间接地由于钙磷代谢紊乱增加全身炎症。相比超敏 C 反应蛋白 (hyper-sensitive C-reactive protein, hs-CRP) 等传统炎症标志物, 外周血中性粒细胞/淋巴细胞比值 (neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)、血小板/淋巴细胞比值 (platelet-to-lymphocyte ratio, PLR) 是一种较易获得的新型系统性炎症的替代标志物^[4-5]。高水平 NLR 和 PLR 会增加透析患者的动脉硬化、心血管疾病及全因死亡的发生风险^[6-7]。目前, PTX 对 SHPT 患者 NLR、PLR 的影响方面的相关研究较少。因此, 本文回顾性地分析 151 例行 PTX 且随访至少半年的 SHPT 患者的临床资料, 探究 PTX 对炎症标志物 NLR、PLR 的影响, 及 NLR、PLR 与贫血、血钙、血磷间的关系, 为改善 SHPT 患者贫血及矿物质和骨代谢异常 (mineral and bone disorder,

MBD), 提高生存质量提供临床证据。

资料与方法

一、研究对象

选取 2013 年 1 月至 2019 年 1 月因肾性 SHPT 于安徽医科大学第二附属医院肾脏内科行 PTX 的维持性透析患者作为研究对象。纳入标准: (1) 年龄范围 20 岁~70 岁; (2) 术后随访时间 ≥ 1 年; (3) 符合手术指征的患者。排除标准: (1) 患有影响白细胞亚群的血液疾病、严重感染、恶性肿瘤等疾病者; (2) 类风湿性关节炎等慢性炎症疾病者; (3) 既往行 PTX 术、肾移植术者; (4) 拒绝参与、资料收集不全及失访的患者。本研究通过安徽医科大学第二附属医院医学科研伦理委员会批准 (伦理批准号: PJ-YX2017-013), 患者均自愿参加本研究并签署知情同意书。

本研究对 151 例患者进行了筛选, 其中血液透析 145 例, 腹膜透析 6 例。根据纳入和排除标准, 最终纳入 139 例患者, 其中男 94 例 (67.6%), 女 45 例 (32.4%), 年龄 (46.0 ± 8.0) 岁, 透析龄 7.0 ($6.0, 9.0$) 年, 随访时间 2.0 ($1.0, 3.0$) 年, 血液透析 138 例 (99.3%), 腹膜透析 1 例 (0.7%)。6 例 (4.3%) 行甲状旁腺次全切术, 24 例 (17.3%) 行甲状旁腺全切术, 109 例 (78.4%) 行甲状旁腺全切加自体移植术。139 例患者中 hs-CRP 数据完整的患者有 74 例, 因此 NLR、PLR 与 hs-CRP 的相关分析只有 74 例患者纳入统计。

二、方法

1. PTX 手术 手术方式包括甲状旁腺次全切

术、甲状旁腺全切术、甲状旁腺全切加自体移植术。

手术指征^[8]: (1) 全段甲状旁腺素 (intact parathyroid hormone, iPTH) 持续 > 800 ng/L; (2) 药物治疗无效的持续性高钙血症和(或)高磷血症; (3) 具备至少一枚甲状旁腺增大的影像学证据, 如高频彩色超声显示甲状旁腺增大, 直径 > 1 cm, 并且有丰富的血流; (4) 既往对活性维生素 D 及其类似物药物治疗抵抗。

2. 观察指标 收集性别、年龄、透析龄、随访时间、原发病, 术前血清铁、碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、hs-CRP, 手术前后白细胞计数 (white blood cell, WBC)、中性粒细胞 (neutrophil, Neu)、淋巴细胞计数 (lymphocyte, LYM)、血小板计数 (platelet, PLT)、红细胞计数 (red blood cell, RBC)、血红蛋白 (hemoglobin, Hb)、iPTH、血钙、血磷, 计算手术前后 NLR 变化量 ($\Delta\text{NLR} = \text{术前 NLR} - \text{术后 NLR}$)、PLR 变化量 ($\Delta\text{PLR} = \text{术前 PLR} - \text{术后 PLR}$)、NLR、PLR、钙磷乘积等资料。

3. 分组 根据术后 1 周的 iPTH 水平将研究对象分为 2 组, 即手术成功组和持续性 SHPT 或复发性 SHPT 组。手术成功组为术后 1 周内血清 iPTH ≤ 50 ng/L, 术后 1 周内血清 iPTH > 50 ng/L 且随访 6 个月内血清 iPTH < 300 ng/L^[9]。持续性 SHPT 为术后 6 个月内时间 iPTH 水平 ≥ 300 ng/L^[9]; 复发性 SHPT 为术后 iPTH 水平 > 300 ng/L 超过 6 个月^[10]。

三、统计学方法

应用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。正态分布的计量资料采用 Mean \pm SD 进行表示, 组间比较采用两独立样本 *t* 检验, 组内比较采用配对样本 *t* 检验; 非正态分布的计量资料采用 *M*(*Q*₁, *Q*₃) 表示, 组间比较采用秩和检验; 计数资料以率 (%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验。相关性分析采用 Spearman 相关性分析。使用分位数回归分析多变量对 ΔNLR 、 ΔPLR 的预测。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

一、术前 NLR、PLR 与术前临床指标的关系

本研究显示, 术前 NLR 与 WBC、hs-CRP、血磷、钙磷乘积呈正相关, 与 LYM 呈负相关 ($P < 0.05$), 与 Hb 无相关性 ($P > 0.05$)。术前 PLR 与血磷、钙磷乘积、PLT 呈正相关, 与 Hb、血清铁、LYM 呈负相关 ($P < 0.05$)。(表 1)

二、手术成功组与持续性 SHPT 或复发性 SHPT 组手术前后临床指标变化

在手术成功组中, 与手术前相比, 血钙、血磷、NLR、PLR、PLT、iPTH 明显下降 ($P < 0.05$), Hb、RBC、LYM 较术前明显升高 ($P < 0.05$)。相反, 在持续性 SHPT 或复发 SHPT 患者中, 术后血钙、钙磷乘积、iPTH 较术前下降 ($P < 0.05$), 而 Hb、RBC、WBC、NLR、PLR 等指标手术前后差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。(表 2)

表 1 术前 NLR、PLR 与术前临床指标相关性分析

项目	NLR		PLR	
	r_s 值	<i>P</i> 值	r_s 值	<i>P</i> 值
血磷	0.372	<0.001	0.278	0.001
钙磷乘积	0.291	0.001	0.233	0.006
血清铁	-0.103	0.230	-0.299	<0.001
全段甲状旁腺素	0.042	0.621	0.160	0.060
白细胞计数	0.231	0.006	-0.076	0.373
淋巴细胞计数	-0.649	<0.001	-0.569	<0.001
血小板计数	-0.017	0.840	0.515	<0.001
血红蛋白	0.041	0.630	-0.198	0.020
碱性磷酸酶	0.012	0.892	0.149	0.079
超敏 C 反应蛋白	0.338	0.003	0.078	0.507

注: NLR 为中性粒细胞/淋巴细胞比值; PLR 为血小板/淋巴细胞比值。

三、 ΔNLR 、 ΔPLR 与临床指标手术前后变化量的关系

本研究发现在手术成功组中, ΔNLR 与血磷、钙磷乘积的变化量呈正相关 ($P < 0.05$), 与 Hb 变化量无相关性 ($P > 0.05$)。 ΔPLR 与 Hb 变化量呈负相关, 与血磷、钙磷乘积、iPTH 变化量呈正相关 ($P < 0.05$)。(表 3)

此外, 本研究进一步分析手术成功组中术前 NLR、PLR 是否可以预测 ΔNLR 、 ΔPLR 。结果显示 ΔNLR 与术前 NLR ($r_s = -0.655, P < 0.01$) 呈负相关, 即术前 NLR 值越高, NLR 下降量越明显。 ΔNLR 与术前血磷 ($r_s = -0.360, P < 0.01$)、钙磷乘积 ($r_s = -0.340, P < 0.01$) 呈负相关, 而年龄、性别、原发病对 ΔNLR 无影响。在校正年龄、性别、原发病等指标后, 进行多变量多分位数回归分析, 结果显示仅术前 NLR 对 ΔNLR 有预测作用。同样, 仅术前 PLR 对 ΔPLR 有预测作用。本文只列出 ΔNLR 的多变量多分位数回归分析。(表 4)

讨 论

透析患者机体广泛存在着微炎症状态, 炎症会促进贫血、血管钙化等疾病的发展。所以本研究通过寻找 NLR、PLR 与相关并发症间可能存在的内在联系, 了解 PTX 对 NLR、PLR 的影响是否有利于改善 SHPT 患者的临床症状。

表 2 两组患者甲状旁腺切除术实验室指标变化

指标	手术成功组(n=122)			持续性 SHPT 或复发性 SHPT 组(n=17)		
	术前	术后	P 值	术前	术后	P 值
血钙(mmol/L)	2.42(2.25,2.58)	2.07(1.84,2.31)	<0.001	2.39±0.17	2.13±0.25	0.004
血磷(mmol/L)	2.08(1.77,2.51)	1.55(1.18,1.81)	<0.001	2.14±0.58	1.73±0.66	0.081
钙磷乘积(mmol ² /L ²)	4.87(4.00,6.38)	3.11(1.96,4.19)	<0.001	5.12±1.42	3.74±1.74	0.018
iPTH(ng/L)	1971(1204,2500)	16(3,48)	<0.001	1522(1247,2426)	872(569,1223)	0.001
Hb(g/L, Mean±SD)	109±24	117±19	0.001	112±19	115±20	0.531
RBC(×10 ¹² /L)	3.57(3.10,4.17)	3.80(3.42,4.30)	0.008	3.71±0.73	3.89±0.54	0.256
WBC(×10 ⁹ /L)	5.26(4.13,6.34)	5.44(4.20,6.26)	0.446	5.67±1.60	5.49±1.26	0.652
Neu(×10 ⁹ /L)	3.21(2.48,4.13)	3.26(2.61,4.17)	0.562	3.74±1.35	3.52±0.83	0.498
LYM(×10 ⁹ /L)	1.14(0.83,1.42)	1.28(0.90,1.50)	0.015	1.28±0.44	1.36±0.50	0.517
PLT(×10 ⁹ /L)	159(115,209)	136(101,179)	<0.001	156±55	159±50	0.759
NLR	2.94(2.10,3.94)	2.83(2.07,3.69)	0.044	2.61(2.10,3.65)	2.88(1.92,3.52)	0.407
PLR	143.89 (101.76,182.02)	110.08 (89.32,152.08)	<0.001	117.21 (97.90,146.47)	128.75 (93.15,177.00)	0.981

注:iPTH 为全段甲状旁腺素;Hb 为血红蛋白;RBC 为红细胞计数;WBC 为白细胞计数;Neu 为中性粒细胞计数;LYM 为淋巴细胞计数;PLT 为血小板;NLR 为中性粒细胞/淋巴细胞比值;PLR 为血小板/淋巴细胞比值。

表 3 ΔNLR、ΔPLR 与临床指标变化量的相关性分析

指标	ΔNLR		ΔPLR	
	r _s 值	P 值	r _s 值	P 值
Hb	-0.006	0.949	-0.217	0.016
血钙	0.040	0.663	0.135	0.137
血磷	0.227	0.012	0.215	0.017
钙磷乘积	0.232	0.010	0.193	0.033
iPTH	-0.023	0.802	0.220	0.015

注:Hb 为血红蛋白;iPTH 为全段甲状旁腺素;NLR 为中性粒细胞/淋巴细胞比值;PL 为血小板/淋巴细胞比值。

表 4 ΔNLR 的多变量多分位数回归

分位数	回归系数	95%CI	P 值
20	-0.694	-0.009~-0.022	<0.001
40	-0.727	-0.943~-0.511	<0.001
60	-0.592	-0.921~-0.263	<0.001
80	-0.483	-0.744~-0.221	<0.001

注:校正年龄、性别、原发病、血磷、钙磷乘积、血小板/淋巴细胞比值、血红蛋白;NLR 为中性粒细胞/淋巴细胞比值。

在本研究中,NLR 与 hs-CRP 呈正相关,PLR 与 hs-CRP 无相关性,表明 NLR 能更好地反映透析患者的炎症状态。Munoz 等^[11]的研究也发现 NLR 在预测透析患者炎症状态及病死率方面优于 PLR。其他研究结果则认为 PLR 优于 NLR^[12]。因此需进一步采用多中心、前瞻性研究来探讨 NLR 或 PLR 对透析患者炎症状态的预测效果。

既往研究表明成功的 PTX 可以降低 NLR、PLR,在持续性 SHPT 及复发性 SHPT 患者中则无明显改善^[10],与本研究结果一致,考虑可能与成功的 PTX 术后出现淋巴细胞增多,而血小板降低等有关。巴西学者也认为 PTX 恢复了受损的 T 淋巴细胞增殖能力^[13]。因此,本研究认为成功的 PTX 可降低 NLR、PLR,对 SHPT 患者的预后有益。目前关于 SHPT 与全身炎症之间的相互作用尚不清楚,这可能是很难区分 SHPT 本身的影响或矿物

质代谢紊乱导致的后果。

SHPT 是 MBD 的主要组成部分,钙磷代谢异常是 MBD 的基础。在 CKD 初期,血清趋化因子及炎症介质水平已经有所增加,且常和矿物质代谢异常伴行。而通过降低炎症介质水平,推测会改善患者的钙磷代谢紊乱^[14]。这与本研究发现血磷、iPTH 随着 NLR、PLR 下降而下降的研究结果相符。因此本研究认为成功的 PTX 可通过降低 NLR、PLR,间接纠正钙磷代谢紊乱,部分改善透析患者的 MBD。此外,血管钙化是导致 CKD-MBD 患者并发心血管疾病及死亡的重要原因。较多证据表明全身炎症状态也与血管钙化密切关联。其机制可能是中性粒细胞可加重内皮功能障碍,激活巨噬细胞,促进泡沫细胞形成,加速血管钙化形成^[15];同时,淋巴细胞减少、血小板增加在动脉粥样硬化的进展中也起着重要作用^[7,16]。所以笔者推测手术可能通过降低 NLR、PLR,进而延缓透析患者的动脉钙化进程,减少心血管疾病和死亡事件的发生。

内源性促红细胞生成素(erythropoietin,EPO)缺乏是肾性贫血主要原因,铁缺乏、炎症、SHPT 等因素可加重肾性贫血及 EPO 抵抗^[17-18]。EPO 抵抗的患者具有较高的 PLR^[19]和甲状旁腺激素水平。本研究结果显示术前 Hb 与术前 iPTH、PLR 呈正相关,并且成功的 PTX 术后 Hb 升高,PLR、iPTH 明显下降。沈英等^[20]研究也发现术后 Hb 较术前明显升高。这可能与手术后 iPTH 下降,直接解除对内源性 EPO 合成的抑制作用,间接改善骨髓纤维化有关^[21];同时,Taymez 等^[22]研究认为 EPO 抵抗指数与 PLR 独立相关,这与本研究中发现 Hb 增加

而 PLR 降低的结果相符。因此,本研究认为手术通过降低 PLR,可能会减弱 EPO 抵抗,进而改善透析患者的贫血状态,提高生活质量。

本研究的优势是纵向设计,患者手术前后可以作为对照,增加结果的可解释性。本研究同样存在局限性:首先,本研究患者以维持性血液透析为主,因此得出的结果对其他透析人群的适用性还不清楚;其次,因本研究术前数据来源于单中心,但术后的随访数据来源于多中心,故 NLR、PLR 收集时间不统一,不能更好地评估与时间的关联;最后,本研究样本量相对较小,存在一定局限性,可通过加大样本量,进一步评估 PTX 对 NLR、PLR 的影响。

综上,成功的 PTX 会降低 NLR、PLR,通过对全身炎症的调节作用,可能对 SHPT 患者的贫血、MBD 方面产生一定程度的有益作用,最终改善患者生活质量及预后。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Portillo MR, Rodríguez-Ortiz ME. Secondary hyperparathyroidism; pathogenesis, diagnosis, preventive and therapeutic strategies[J]. *Rev Endocr Metab Disord*, 2017, 18(1): 79-95. DOI: 10.1007/s11154-017-9421-4.

[2] Carrero JJ, Stenvinkel P. Inflammation in end-stage renal disease: what have we learned in 10 Years? [J]. *Semin Dial*, 2010, 23(5): 498-509. DOI: 10.1111/j.1525-139X.2010.00784.x.

[3] Wei YD, Lin J, Yang F, et al. Risk factors associated with secondary hyperparathyroidism in patients with chronic kidney disease[J]. *Exp Ther Med*, 2016, 12(2): 1206-1212. DOI: 10.3892/etm.2016.3438.

[4] Wang XD, Zhang GY, Jiang XJ, et al. Neutrophil to lymphocyte ratio in relation to risk of all-cause mortality and cardiovascular events among patients undergoing angiography or cardiac revascularization: a meta-analysis of observational studies[J]. *Atherosclerosis*, 2014, 234(1): 206-213. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2014.03.003.

[5] Balta S, Ozturk C. The platelet-lymphocyte ratio: a simple, inexpensive and rapid prognostic marker for cardiovascular events[J]. *Platelets*, 2015, 26(7): 680-681. DOI: 10.3109/09537104.2014.979340.

[6] Lu XX, Wang SX, Zhang GZ, et al. High neutrophil-to-lymphocyte ratio is a significant predictor of cardiovascular and all-cause mortality in patients undergoing peritoneal dialysis[J]. *Kidney Blood Press Res*, 2018, 43(2): 490-499. DOI: 10.1159/000488696.

[7] Chen TL, Yang M. Platelet-to-lymphocyte ratio is associated with cardiovascular disease in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients[J]. *Int Immunopharmacol*, 2020, 78: 106063. DOI: 10.1016/j.intimp.2019.106063.

[8] 国家肾脏疾病临床医学研究中心. 中国慢性肾脏病矿物质和骨异常诊治指南概要[J]. *肾脏病与透析肾移植杂志*, 2019, 28(1): 52-57. DOI: 10.3969/j.issn.1006-298X.2019.01.012. National Clinical Research Center of Kidney Diseases. Summary of China 2018 chronic kidney disease-mineral and bone disorder guideline[J]. *Chin J Nephrol Dial Transplant*, 2019, 28(1): 52-57. DOI: 10.3969/j.issn.1006-298X.2019.01.012.

[9] 张丽娜,邢昌赢,沈冲,等. 术中及围手术期血清 iPTH 监测对 501 例继发性甲状旁腺功能亢进患者手术效果的精准诊断研究[J]. *中国血液净化*, 2017, 16(4): 227-233. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2017.04.004. Zhang LN, Xing CY, Shen C, et al. Diagnostic accuracy study of intraoperative and perioperative serum intact ipth level for successful parathyroidectomy in 501 secondary hyperparathyroidism patients[J]. *Chin T Blood Purif*, 2017, 16(4): 227-233. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4091.2017.04.004.

[10] Yang PS, Liu CL, Liu TP, et al. Parathyroidectomy decreases neutrophil-to-lymphocyte and platelet-to-lymphocyte ratios[J]. *J Surg Res*, 2018, 224: 169-175. DOI: 10.1016/j.jss.2017.12.016.

[11] Munoz Mendoza J, Isakova T, Cai X, et al. Inflammation and elevated levels of fibroblast growth factor 23 are independent risk factors for death in chronic kidney disease[J]. *Kidney Int*, 2017, 91(3): 711-719. DOI: 10.1016/j.kint.2016.10.021.

[12] Yaprak M, Turan MN, Dayanan R, et al. Platelet-to-lymphocyte ratio predicts mortality better than neutrophil-to-lymphocyte ratio in hemodialysis patients[J]. *Int Urol Nephrol*, 2016, 48(8): 1343-1348. DOI: 10.1007/s11255-016-1301-4.

[13] Tzanno-Martins C, Futata E, Jorgetti V, et al. Restoration of impaired T-cell proliferation after parathyroidectomy in hemodialysis patients[J]. *Nephron*, 2000, 84(3): 224-227. DOI: 10.1159/000045581.

[14] Saddadi F, Alatab S, Pasha F, et al. The effect of treatment with N-acetylcysteine on the serum levels of C-reactive protein and interleukin-6 in patients on hemodialysis [J]. *Saudi J Kidney Dis Transpl*, 2014, 25(1): 66. DOI: 10.4103/1319-2442.124489.

[15] Soehnlein O. Multiple roles for neutrophils in atherosclerosis [J]. *Circ Res*, 2012, 110(6): 875-888. DOI: 10.1161/circresaha.111.257535.

[16] Nunez J, Minana G, Bodi V, et al. Low lymphocyte count and cardiovascular diseases [J]. *Curr Med Chem*, 2011, 18(21): 3226-3233. DOI: 10.2174/092986711796391633.

[17] Babitt JL, Lin HY. Mechanisms of anemia in CKD[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2012, 23(10): 1631-1634. DOI: 10.1681/asn.2011111078.

[18] Druke TB. Role of secondary hyperparathyroidism in erythropoietin resistance of chronic renal failure patients[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2002, 17(90005): 28-31. DOI: 10.1093/ndt/17.suppl_5.28.

[19] Valga F, Monzón T, Henriquez F, et al. Platelet-to-lymphocyte and neutrophil-to-lymphocyte ratios as markers of erythropoietin resistance in chronic haemodialysis patients: a multicentre cross-sectional study[J]. *Nefrologia Engl Ed*, 2020, 40(3): 320-327. DOI: 10.1016/j.nefro.2020.06.010.

[20] 沈英,张萍,蒋华,等. 甲状旁腺切除对尿毒症继发甲状旁腺功能亢进患者贫血和心功能的影响[J]. *中华肾脏病杂志*, 2018, 34(5): 321-326. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2018.05.001. Shen Y, Zhang P, Jiang H, et al. Effect of parathyroidectomy on anemia and cardiac function in uremic patients with secondary hyperparathyroidism[J]. *Chin J Nephrol*, 2018, 34(5): 321-326. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2018.05.001.

[21] Brancaccio D, Cozzolino M, Gallieni M. Hyperparathyroidism and Anemia in uremic subjects: a combined therapeutic approach[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2004, 15 Suppl 1: S21-S24. DOI: 10.1097/01.asn.0000093369.09194.12.

[22] Taymez DG, Ucar E, Turkmen K, et al. The predictive value of platelet/lymphocyte ratio in hemodialysis patients with erythropoietin resistance [J]. *Ther Apher Dial*, 2016, 20(2): 118-121. DOI: 10.1111/1744-9987.12380.

(收稿日期:2020-05-19)