

基于 SPECT/CT 主动脉弓钙化体积与慢性肾脏病继发性甲状旁腺功能亢进症术后骨饥饿综合征的关系

陈则君¹ 邵清² 黄钱煊¹ 伍超群¹ 王峰³ 周斌²

¹南通大学附属江阴医院核医学科, 无锡 214400; ²南通大学附属江阴医院甲乳外科, 无锡 214400; ³南京医科大学附属南京医院、南京市第一医院核医学科, 南京 210006

通信作者: 王峰, Email: fengwangcn@hotmail.com; 周斌, Email: zb6373638@126.com

【摘要】 目的 探讨基于甲状旁腺 SPECT/CT 主动脉弓钙化(AoAC)体积与慢性肾脏病继发性甲状旁腺功能亢进症(SHPT)患者行甲状旁腺切除术(PTX)后骨饥饿综合征(HBS)的关系。**方法** 回顾性分析 2015 年 6 月至 2024 年 5 月于南通大学附属江阴医院行 PTX 的 89 例慢性肾脏病 SHPT 患者的术前 SPECT/CT 影像及临床资料, 其中男 52 例, 女 37 例, 年龄(51.5±10.3)岁。应用显像仪器自带 Volume 软件测量 AoAC 体积, 根据术后有无发生 HBS 分为 HBS 组和非 HBS 组。应用两独立样本 *t* 检验、Mann-Whitney *U* 检验比较 2 组间各指标的差异; 应用 logistic 回归分析 HBS 的独立危险因素。**结果** 89 例患者均顺利完成手术, 其中 HBS 组 50 例, 非 HBS 组 39 例。HBS 组和非 HBS 组的年龄[(47.9±9.9)和(56.1±9.0)岁; *t* = -3.98, *P* < 0.001]、AoAC 体积[0.36(0.02, 1.30)和 1.57(0.37, 3.77) cm³; *Z* = -3.17, *P* = 0.002]、术前碱性磷酸酶(ALP)[345.75(218.50, 632.50)和(203.13±114.57) U/L; *Z* = -4.69, *P* < 0.001]、术前甲状旁腺激素[147.85(109.83, 227.40)和(135.58±51.14) pmol/L; *Z* = -2.34, *P* = 0.019]及术前血清校正钙[(2.38±0.21)和 2.54(2.39, 2.62) mmol/L; *Z* = -3.09, *P* = 0.002]差异均有统计学意义。Logistic 回归分析示: AoAC 体积[比值比(*OR*) = 0.628, 95% *CI*: 0.427~0.924, *P* = 0.018], 术前 ALP(*OR* = 1.007, 95% *CI*: 1.002~1.012, *P* = 0.010)及术前血清校正钙(*OR* = 0.041, 95% *CI*: 0.003~0.545, *P* = 0.016)是 HBS 的独立危险因素。**结论** 基于术前 SPECT/CT AoAC 体积可作为评估慢性肾脏病 SHPT 术后发生 HBS 的潜在有效指标, AoAC 体积可能是 HBS 的独立危险因素之一。

【关键词】 甲状旁腺功能亢进症, 继发性; 血管钙化; 肾功能不全, 慢性; 体层摄影术, 发射型计算机, 单光子; 体层摄影术, X 线计算机

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20240710-00253

Relation of aortic arch calcification volume measured by SPECT/CT with hungry bone syndrome in patients with renal secondary hyperparathyroidism after parathyroidectomy

Chen Zejun¹, Shao Qing², Huang Qianhuan¹, Wu Chaoqun¹, Wang Feng³, Zhou Bin²

¹Department of Nuclear Medicine, Affiliated Jiangyin Hospital of Nantong University, Wuxi 214400, China;

²Department of Thyroid and Breast Surgery, Affiliated Jiangyin Hospital of Nantong University, Wuxi 214400, China;

³Department of Nuclear Medicine, Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 210006, China

Corresponding authors: Wang Feng, Email: fengwangcn@hotmail.com; Zhou Bin, Email: zb6373638@126.com

【Abstract】 Objective To access the relation of aortic arch calcification (AoAC) volume based on parathyroid SPECT/CT imaging with hungry bone syndrome (HBS) in patients with renal secondary hyperparathyroidism (SHPT) after parathyroidectomy (PTX). **Methods** From June 2015 to May 2024, the imaging and clinical data of 89 renal SHPT patients (52 males, 37 females, age: (51.5±10.3) years) who underwent parathyroid ⁹⁹Tc^m-methoxyisobutylisonitrile (MIBI) SPECT/CT in Affiliated Jiangyin Hospital of Nantong University were retrospectively analyzed. The AoAC volume was measured by Volume software of SPECT/CT system. The patients were divided into HBS group and non-HBS group, and the independent-sample *t* test, Mann-Whitney *U* test were used to compare differences of various indicators between the two groups. Logistic regression was used to analyze the influencing factors of HBS. **Results** All 89 patients underwent PTX successfully, 50 patients (56.2%) were with HBS and 39 patients (43.8%) were not. The differences of age ((47.9±9.9) vs (56.1±9.0) years, *t* = -3.98, *P* < 0.001), AoAC volume (0.36(0.02, 1.30) vs 1.57(0.37, 3.77) cm³, *Z* = -3.17, *P* = 0.002), preoperative alkaline phosphatase (ALP) (345.75 (218.50, 632.50) vs (203.13±114.57) U/L, *Z* = -4.69, *P* < 0.001), preoperative parathyroid hormone

(147.85(109.83,227.40) vs (135.58±51.14) pmol/L, $Z=-2.34$, $P=0.019$) and preoperative serum corrected calcium ((2.38±0.21) vs 2.54(2.39,2.62) mmol/L, $Z=-3.09$, $P=0.002$) between HBS group and non-HBS group were significant. Logistic regression analysis showed that the AoAC volume (odds ratio, $OR=0.628$, 95% CI : 0.427–0.924, $P=0.018$), preoperative ALP ($OR=1.007$, 95% CI : 1.002–1.012, $P=0.010$) and preoperative serum corrected calcium ($OR=0.041$, 95% CI : 0.003–0.545, $P=0.016$) were independent risk factors for HBS. **Conclusion** The AoAC volume measured by preoperative SPECT/CT can be used for an effective criteria of evaluating HBS in patients with renal SHPT after PTX, and AoAC volume may be one of independent risk factors for HBS.

【Key words】 Hyperparathyroidism, secondary; Vascular calcification; Renal insufficiency, chronic; Tomography, emission-computed, single-photon; Tomography, X-ray computed
DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20240710-00253

继发性甲状旁腺功能亢进症 (secondary hyperparathyroidism, SHPT) 是慢性肾脏病患者最常见的并发症,可导致骨代谢紊乱和心血管并发症,严重影响患者的生活质量和生存率^[1]。甲状旁腺切除术 (parathyroidectomy, PTX) 是难治性慢性肾脏病 SHPT 有效治疗方法,而骨饥饿综合征 (hungry bone syndrome, HBS) 是 PTX 术后以低血钙为主要表现的一组临床综合征,可延长患者住院时间甚至增加死亡风险,是临床所面临的难题^[2]。研究表明,慢性肾脏病血管钙化是在矿物质代谢异常、尿毒症毒素等多种促钙化因素影响下,由多种细胞参与的、主动的、可调控的异位成骨过程^[3]。⁹⁹Tc^m-甲氧基异丁基异腈 (methoxyisobutylisonitrile, MIBI) SPECT/CT 为 SHPT 患者行 PTX 术前首选检查方法,可准确定位病变甲状旁腺,CT 为检测主动脉弓钙化 (aortic arch calcification, AoAC) 有效方法^[4-5]。本文回顾分析成功行 PTX 的 89 例慢性肾脏病 SHPT 患者的术前⁹⁹Tc^m-MIBI SPECT/CT 影像、临床及实验室指标,探讨 AoAC 体积与慢性肾脏病 SHPT 术后发生 HBS 的关系,为临床诊疗决策提供参考依据。

资料和方法

1.一般资料。回顾分析 2015 年 6 月至 2024 年 5 月在南通大学附属江阴医院甲乳外科成功行 PTX 的 89 例难治性慢性肾脏病 SHPT 患者,包括男 52 例,女 37 例,年龄 26~74 (51.5±10.3) 岁。纳入标准:(1)年龄>18 周岁,且规律透析时间>12 个月;(2)采用甲状旁腺全切术加自体移植术,手术指征参照《慢性肾脏病继发甲状旁腺功能亢进外科临床实践中国专家共识(2021 版)》^[6],术中切除腺体数量≥3 枚,且术后 24 h 的甲状旁腺激素 (parathyroid hormone, PTH) <6.3 pmol/L;(3)术前行⁹⁹Tc^m-MIBI SPECT/CT 显像,显像与手术间隔小于 2 周。排除标准:(1)合并恶性肿瘤或骨髓瘤者;(2)合并肝脏疾病者;(3)临床资料不完整者。本研究经南通大

学附属江阴医院伦理委员会审核批准[批文号:2023 伦审研第(065)号]。

2.资料收集。通过电子病历查阅患者的临床资料(年龄、性别、透析龄、合并高血压、糖尿病),术前实验室指标包括总胆固醇、三酰甘油、血清白蛋白、血红蛋白、碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、PTH、血钙、血清校正钙[血钙+0.02×(40-血清白蛋白)]、血磷、钙磷乘积(血磷×血清校正钙)等信息。

3.患者术后补钙方法。术后立即予患者 0.05 g/ml 葡萄糖(30 ml)与 0.1 g/ml 葡萄糖酸钙(30 ml)的混合溶液,以 10~20 ml/h 的速度输液泵或静脉滴注;如出现肢体麻木、抽搐等症状,临时静脉推注 0.1 g/ml 葡萄糖酸钙 10~20 ml;每 24 h 检测血钙、血磷及 PTH,根据血钙水平及时调整补钙速度,血钙水平稳定后加口服碳酸钙 D3 咀嚼片,直至完全过渡为口服补钙。

4. HBS 定义及患者分组。HBS 定义:PTX 术后即刻至术后 120 h 监测血钙过程中,至少出现 1 次血钙<2.1 mmol/L^[2,7]。根据是否出现 HBS 将患者分为 HBS 组及非 HBS 组。

5.显像方法。经患者静脉注射⁹⁹Tc^m-MIBI(上海欣科医药有限公司苏州分公司提供)740~925 MBq,分别于注射后 15 min 和 2 h 应用 SPECT/CT(德国 Siemens Symbia T16)行甲状旁腺显像,采用低能高分辨平行孔准直器,能峰 140 keV,窗宽 20%,矩阵 256×256,时间 8 min(2018 年 1 月前:矩阵 128×128,时间 5 min),放大倍数 2.7~3.2。SPECT/CT 采集范围自颅底至心脏下缘,矩阵 128×128,放大倍数 1.0,采集 32 帧,16 s/帧,采集 180°;CT 扫描参数:电压 130 kV,有效管电流 90~110 mA(CAREdose 4D 技术),准直宽度 16 mm×1.2 mm,螺距 1.2,重建层厚 3 mm,卷积核 B31 kernel,矩阵 512×512。

6.图像分析。由 1 名经验丰富的核医学科主任医师分析 CT 图像,窗宽为 250~300 HU,窗位为 50 HU,应用系统自带 Volume 软件逐层勾画主动脉

弓动脉壁高密度钙化(图 1),参照第 39 版《格氏解剖学》主动脉弓前缘为第 2 胸肋关节上缘水平,后缘为第 4 胸椎下缘水平,上缘至无名动脉、左颈总动脉和左锁骨下动脉移行处^[8],CT 阈值设定为 ≥ 130 HU,测量得到 AoAC 体积(cm^3)。

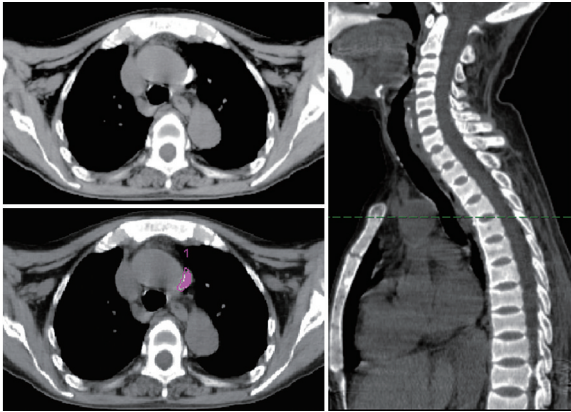


图 1 慢性肾脏病继发性甲状旁腺功能亢进症患者(女,37 岁)主动脉弓下界血管钙化勾画图(暗红色部分为钙化)

7.统计学方法。采用 IBM SPSS Statistics 25.0 统计学软件对数据进行分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 法检验定量资料的分布类型,符合正态分布的定量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用两独立样本 t 检验;不符合正态分布的定量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,2 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。定性资料以频数(百分比)表示,2 组间比较采用 χ^2 检验。应用 logistic 回归分析 HBS 的危险因素。检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧检验), $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1.一般情况。89 例患者均顺利完成手术,有 1 例

患者术后有一过性喉返神经损伤,随访 1 个月后恢复,无其他手术并发症。89 例患者的 AoAC 体积为 $0\sim 18.84[0.76(0.10,2.14)]\text{cm}^3$,有 50 例患者血钙 $< 2.1\text{mmol/L}$,HBS 的发生率为 56.2%(50/89)。

2. HBS 组与非 HBS 组资料的比较(表 1)。HBS 组与非 HBS 组年龄、AoAC 体积、ALP、PTH、血清校正钙的差异有统计学意义($t = -3.98$, Z 值: $-4.69\sim -2.34$;均 $P < 0.05$);其他指标差异均无统计学意义(t 值: $-1.58\sim 1.24$, Z 值: -0.24 , χ^2 值: $2.69, 0.14, 0.18$;均 $P > 0.05$)。

3. Logistic 回归分析。将组间比较差异有统计学意义的变量(年龄、AoAc 体积、术前 ALP、术前 PTH、术前血清校正钙)纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示: AoAC 体积[比值比(odds ratio, OR) = 0.628, 95% CI: 0.427 ~ 0.924, $P = 0.018$], 术前 ALP (OR = 1.007, 95% CI: 1.002 ~ 1.012, $P = 0.010$)及术前血清校正钙 (OR = 0.041, 95% CI: 0.003 ~ 0.545, $P = 0.016$)是 HBS 的独立危险因素。

讨 论

HBS 为难治性慢性肾脏病 SHPT 患者 PTX 术后较常见的并发症,表现为神经肌肉应激、肌肉痉挛等不良事件,严重者可导致喉肌和呼吸肌痉挛而危及生命^[2],临床应主动关注并早期干预 HBS,以降低患者围手术期风险。本研究中有 56.2%(50/89)的患者术后发生 HBS,与文献报道 SHPT 成功行 PTX 后 HBS 的发生率(27%~88%)相符^[2,7];目前,关于 HBS 的危险因素说法不一^[2,7,9]。⁹⁹Tc^m-MIBI SPECT/CT 为 SHPT 行 PTX 术前首选的影像学检查,可准确定位病变甲状旁腺,无需额外专业软件即

表 1 不同组慢性肾脏病 SHPT 患者的临床资料、术前实验室指标及 AoAC 体积的比较

组别	例数	年龄 (岁; $\bar{x}\pm s$)	性别(例) 男/女	透析龄 (个月; $\bar{x}\pm s$)	高血压 [例(%)]	糖尿病 [例(%)]	总胆固醇 (mmol/L; $\bar{x}\pm s$)	三酰甘油[mmol/L; $M(Q_1,Q_3)$]	血清白蛋白 (g/L; $\bar{x}\pm s$)	血红蛋白 (g/L; $\bar{x}\pm s$)
非 HBS 组	39	56.1±9.0	19/20	102.2±48.8	35(89.7%)	5(12.8%)	3.99±1.01	1.48(1.10,1.63)	40.14±7.27	105.22±22.20
HBS 组	50	47.9±9.9	33/17	92.3±35.3	46(92.0%)	5(10.0%)	3.83±0.95	1.38(0.95,2.34)	41.89±6.08	104.64±17.78
检验值		-3.98 ^a	2.69 ^b	-1.11 ^a	0.14 ^b	0.18 ^b	-0.78 ^a	-0.24 ^c	1.24 ^a	-0.14 ^a
<i>P</i> 值		<0.001	0.101	0.271	0.712	0.676	0.440	0.807	0.219	0.892

组别	AoAC 体积 [cm ³ ; $M(Q_1,Q_3)$]	ALP ^d (U/L)	PTH ^d (pmol/L)	血钙 (mmol/L; $\bar{x}\pm s$)	血清校正钙 ^d (mmol/L)	血磷(mmol/L; $\bar{x}\pm s$)	钙磷乘积 (mmol ² /L ² ; $\bar{x}\pm s$)
非 HBS 组	1.57(0.37,3.77)	203.13±114.57	135.58±51.14	2.53±0.24	2.54(2.39,2.62)	2.03±0.53	5.14±1.31
HBS 组	0.36(0.02,1.30)	345.75(218.50,632.50)	147.85(109.83,227.40)	2.44±0.25	2.38±0.21	2.04±0.37	4.87±1.11
检验值	-3.17 ^c	-4.69 ^c	-2.34 ^c	-1.58 ^a	-3.09 ^c	0.09 ^a	-1.05 ^a
<i>P</i> 值	0.002	<0.001	0.019	0.117	0.002	0.929	0.298

注:SHPT 为继发性甲状旁腺功能亢进症,AoAC 为主动脉弓钙化,HBS 为骨饥饿综合征,ALP 为碱性磷酸酶,PTH 为甲状旁腺激素;^a为 t 值,^b为 χ^2 值,^c为 Z 值;^d2 组数据分布类型不同,为 $\bar{x}\pm s$ 或 $M(Q_1, Q_3)$

可测得 AoAC 体积,充分体现了核医学功能显像的整体优势^[4-5,7]。

关于 AoAC 体积和 HBS 间潜在关联的机制尚不明确,本研究显示,AoAC 体积为慢性肾脏病 SHPT 术后发生 HBS 的独立危险因素。Zhao 等^[10]的研究结果示,术前低血钙为 HBS 的危险因素,术前低钙血症更容易导致患者发生 HBS^[11-12],本研究中术前血清校正钙为 HBS 的危险因素,与之相符;而慢性肾脏病钙磷代谢失衡在血管钙化的进程发挥着重要作用,高血钙可促进血管平滑肌细胞向成骨细胞转分化及随后的基质矿化,提示高钙血症为 AoAC 的危险因素^[13],本研究中,低 AoAC 体积显著增加 HBS 的风险,可能与 HBS 患者术前血清校正钙较低有关。多项研究表明,年轻慢性肾脏病 SHPT 患者术后发生 HBS 的风险增加^[7,9,11],这可能与年轻患者性激素分泌较多,成骨细胞功能及肾 1α -羟化酶活性较强,骨组织对钙的利用能力较强有关^[8];而高龄为血管钙化的传统危险因素,且长期尿毒症毒素刺激导致促血管钙化因子表达增加、抑钙化因子表达下调而促进血管钙化^[14],提示本研究低 AoAC 体积显著增加 HBS 的风险还可能与患者的年龄较轻有关。本研究中年龄为 HBS 的影响因素,可能与本研究多为终末期慢性肾脏病患者及病例数偏小有关。慢性肾脏病骨转换异常与异位血管钙化在时间和空间上相互交叉串联,涉及基因表达、转录调控、蛋白质及代谢等多个层面的变化^[3],需进一步的研究探索两者间的潜在关联。本研究中 HBS 组与非 HBS 组间患者的性别及透析龄差异无统计学意义($\chi^2=2.69, t=-1.11$, 均 $P>0.05$),与既往的研究结果类似^[7]。

Tai 等^[15]的研究提示 HBS 组与非 HBS 组间高血压、糖尿病及三酰甘油无明显差异,本研究的结果与之相符。顾恒等^[16]的研究表明,术前血清白蛋白为 PTX 术后发生严重低钙血症的危险因素,与本研究 HBS 组与非 HBS 组间血清白蛋白无明显差异的结果不符,可能与研究间低钙血症的标准不一致有关,需进一步的研究探讨两者间的关系。慢性肾脏病 SHPT 患者成功行 PTX 后,PTH 水平急剧下降,成骨细胞活性增强导致大量以钙、磷为主要结构的羟基磷灰石在成骨细胞的作用下快速沉积至骨骼,进而导致血液中的钙、磷快速且持续地降低^[17]。成铭等^[9]的研究提示 PTH 及 ALP 与 SHPT 术后 1 周的补钙量相关,表明术前高 ALP、高 PTH 水平为 HBS 的危险因素^[10-12];本研究提示术前 ALP 为 HBS

的危险因素,术前 PTH 为 HBS 的影响因素,可能与本研究病例数偏少有关。本研究的结果显示 HBS 组与非 HBS 组间术前血红蛋白、血磷及钙磷乘积无差异,与既往的研究结果相符^[7,16]。

本研究尚有以下不足:(1)为单中心回顾性研究,入组病例尚少;(2)男性>50 岁、女性>60 岁的正常人群中 AoAC 也较常见,可能为增龄改变,并无 SHPT;(3)缺乏相应的对照组比较。关于 AoAC 体积可能是 HBS 独立危险因素的结论,今后尚需多中心大样本、并增加对照组进一步验证。

综上,基于术前 SPECT/CT 的 AoAC 体积可作为评估慢性肾脏病 SHPT 术后发生 HBS 的潜在有效指标,AoAC 体积可能是 HBS 的独立危险因素之一,可为 PTX 术前预防性补钙和术后早期干预提供潜在的思路和参考,更好地指导临床决策。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 陈则君:研究实施、数据分析、论文撰写;邵清、黄钱焕、伍超群:研究实施、数据采集与分析;王峰、周斌:研究设计与指导、论文修改

参 考 文 献

- [1] 毛建萍,张倩,陈靖.慢性肾脏病患者甲状旁腺病变发生机制的研究新进展[J].中华肾脏病杂志,2019,35(8):630-634. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2019.08.013.
Mao JP, Zhang Q, Chen J. New research progress on the pathogenesis of parathyroid lesions in patients with chronic kidney disease [J]. Chin J Nephrol, 2019, 35(8): 630-634. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-7097.2019.08.013.
- [2] Cao R, Jiang H, Liang G, et al. Dynamic nomogram for predicting hungry bone syndrome before parathyroidectomy [J]. Endocrine, 2024, 83(1): 196-204. DOI:10.1007/s12020-023-03493-6.
- [3] 王佩文,张爱华.慢性肾脏病相关的血管钙化发病新机制[J].生理学报,2022,74(6):913-926. DOI:10.13294/j.aps.2022.0093.
Wang PW, Zhang AH. New mechanisms of chronic kidney disease-associated vascular calcification [J]. Acta Physiol Sin, 2022, 74(6): 913-926. DOI:10.13294/j.aps.2022.0093.
- [4] 张莹莹,韩娜,武凤玉,等.⁹⁹Tc^m-MIBI SPECT/CT 显像在原发性甲状旁腺功能亢进术前诊断中的价值及影响因素[J].中华核医学与分子影像杂志,2021,41(6):345-349. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200408-00142.
Zhang YY, Han N, Wu FY, et al. Value of ⁹⁹Tc^m-MIBI SPECT/CT imaging in preoperative diagnosis of primary hyperparathyroidism and its influencing factors [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 41(6): 345-349. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200408-00142.
- [5] 陈则君,薛勤,付晶晶,等.基于 SPECT/CT 甲状旁腺显像同机 CT 评估慢性肾脏病继发性甲状旁腺功能亢进症主动脉弓钙化的初步应用[J].中华核医学与分子影像杂志,2023,43(4):226-229. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20211025-00369.
Chen ZJ, Xue Q, Fu JJ, et al. Preliminary application of CT on accessing aortic arch calcification during parathyroid SPECT/CT in patients with renal secondary hyperparathyroidism [J]. Chin J Nucl

- Med Mol Imaging, 2023, 43(4): 226-229. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20211025-00369.
- [6] 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会, 中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会. 慢性肾脏病继发性甲状旁腺功能亢进外科临床实践中国专家共识(2021 版)[J]. 中国实用外科杂志, 2021, 41(8): 841-848. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2021.08.01.
- Chinese Thyroid Association, Chinese College of Surgeons, Chinese Medical Doctor Association; Chinese Research Hospital Association Thyroid Disease Committee. Chinese expert consensus on surgical practice of hyperthyroidism in patients with chronic kidney disease (2021 edition)[J]. Chin J Pract Surg, 2021, 41(8): 841-848. DOI:10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2021.08.01.
- [7] 陈则君, 周斌, 付晶晶, 等. 慢性肾脏病继发性甲状旁腺功能亢进术后骨饥饿综合征⁹⁹Tc^m-MIBI 骨摄取[J]. 中国医学影像学杂志, 2024, 32(7): 669-673. DOI: 10.3969/j.issn.1005-5185.2024.07.006.
- Chen ZJ, Zhou B, Fu JJ, et al. ⁹⁹Tc^m-MIBI bone uptake on hungry bone syndrome in renal hyperparathyroidism after parathyroidectomy[J]. Chin J Med Imaging, 2024, 32(7): 669-673. DOI:10.3969/j.issn.1005-5185.2024.07.006.
- [8] Stranding S. 格氏解剖学[M]. 徐群渊, 译. 39 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2008: 1132.
- Stranding S. Gray's anatomy[M]. Xu QY, translator. 39th edition. Beijing: Peking University Medical Press, 2008: 1132.
- [9] 成铭, 黄碧红, 陶冶, 等. 维持性血液透析继发性甲状旁腺功能亢进患者甲状旁腺切除术后低钙血症的危险因素分析[J]. 中华肾脏病杂志, 2022, 38(5): 397-405. DOI: 10.3760/cma.j.cn441217-20210803-00057.
- Cheng M, Huang BH, Tao Y, et al. Risk factors for hypocalcemia after parathyroidectomy in maintenance hemodialysis patients with secondary hyperparathyroidism[J]. Chin J Nephrol, 2022, 38(5): 397-405. DOI:10.3760/cma.j.cn441217-20210803-00057.
- [10] Zhao S, Gan W, Xie W, et al. A single-center experience of parathyroidectomy in 1500 cases for secondary hyperparathyroidism: a retrospective study[J]. Ren Fail, 2022, 44(1): 23-29. DOI:10.1080/0886022X.2021.2016445.
- [11] 陈丹, 赵文曼, 王雪荣, 等. 肾性继发性甲状旁腺功能亢进症患者手术后严重低钙血症的危险因素[J]. 中国血液净化, 2022, 21(8): 559-563. DOI:10.3969/j.issn.1671-4091.2022.08.004.
- Chen D, Zhao WM, Wang XR, et al. The risk factors of severe hypocalcemia in patients with renal secondary hyperparathyroidism after parathyroidectomy[J]. Chin J Blood Purificat, 2022, 21(8): 559-563. DOI:10.3969/j.issn.1671-4091.2022.08.004.
- [12] Gao D, Lou Y, Cui Y, et al. Risk factors for hypocalcemia in dialysis patients with refractory secondary hyperparathyroidism after parathyroidectomy: a meta-analysis[J]. Ren Fail, 2022, 44(1): 503-512. DOI:10.1080/0886022X.2022.2048856.
- [13] 黄辉, 张爱华, 陈靖, 等. 血管钙化研究进展和临床实践的共识与争议[J]. 生理学报, 2022, 74(6): 859-884. DOI:10.13294/j.aps.2022.0102.
- Huang H, Zhang AH, Chen J, et al. Consensus and controversy on research progress and clinical practice of vascular calcification[J]. Acta Physiol Sin, 2022, 74(6): 859-884. DOI: 10.13294/j.aps.2022.0102.
- [14] 马大骅, 严豪, 杨晓晓, 等. 腹主动脉钙化评分预测腹膜透析患者心脑血管预后的价值[J]. 中华肾脏病杂志, 2020, 36(3): 189-196. DOI:10.3760/cma.j.cn441217-20191106-00038.
- Ma DH, Yan H, Yang XX, et al. Abdominal aortic calcification score predicts cardiovascular outcome in peritoneal dialysis patients[J]. Chin J Nephrol, 2020, 36(3): 189-196. DOI:10.3760/cma.j.cn441217-20191106-00038.
- [15] Tai YL, Shen HY, Nai WH, et al. Hungry bone syndrome after parathyroid surgery[J]. Hemodial Int, 2023, 27(2): 134-145. DOI:10.1111/hdi.13067.
- [16] 顾恒, 耿小平, 陈江明, 等. 继发性甲状旁腺功能亢进患者术后持续性严重低钙血症的相关因素分析[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2018, 34(1): 57-60. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6699.2018.01.012.
- Gu H, Geng XP, Chen JM, et al. Related factor analysis for persistent severe hypocalcemia after parathyroidectomy in secondary hyperparathyroidism patients[J]. Chin J Endocrinol Metab, 2018, 34(1): 57-60. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6699.2018.01.012.
- [17] 贾觉睿智, 刘宏颖, 段炼, 等. 原发性甲状旁腺功能亢进症-棕色瘤-骨饥饿综合征[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2024, 17(1): 50-55. DOI:10.3969/j.issn.1674-2591.2024.01.006.
- Jia-Jue RZ, Liu HY, Duan L, et al. Primary hyperparathyroidism-brown tumor-hungry bone syndrome[J]. Chin J Osteoporos Bone Miner Res, 2024, 17(1): 50-55. DOI:10.3969/j.issn.1674-2591.2024.01.006.

(收稿日期:2024-07-10)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于投稿提供伦理委员会批准文件及受试对象知情同意书的通告

根据中华医学会杂志社的相关规定,当论文的主体是以人为研究对象时,作者应该说明其遵循的程序是否符合伦理审核委员会(单位性的、地区性的或国家性的)所制订的伦理学标准,并提供该委员会的批准文件(批准文号著录于论文中)及受试对象或其亲属的知情同意书。当论文主体以动物为研究对象时,需说明是否遵循了国家和国家有关实验动物管理和使用的规定。如获得实验动物福利伦理审查批准,应注明批准文号,并提交审批文件;如未进行实验动物福利伦理审查,应说明研究是否遵循了“3R”原则,即减少(Reduction)、替代(Replacement)、优化(Refinement)原则,对实验动物给予人道的保护。

本刊编辑部