

维持性血液透析合并难治性继发性甲状旁腺功能亢进患者骨质疏松的危险因素分析*

蔺一晖¹ 赵云飞¹ 黄文辉²

(1. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省人民医院肾内科, 甘肃 兰州 730000)

【摘要】 目的 探讨维持性血液透析(MHD)合并难治性继发性甲状旁腺功能亢进(rSHPT)患者骨密度(BMD)水平及其影响因素,分析骨质疏松(OP)的危险因素。方法 纳入在甘肃省人民医院就诊并行甲状旁腺切除术(PTX)的94例MHD伴rSHPT患者,手术过程中测量甲状旁腺的大小和重量。采用双能X线骨密度仪测量腰椎、股骨颈及髋关节BMD。根据BMD将患者分为骨量正常组(22例)、骨量减少组(43例)和骨质疏松组(29例),比较3组患者间的一般资料、实验室检查、甲状旁腺的最大直径及总重量、骨代谢标志物及骨密度;采用Pearson或Spearman相关分析法评估临床资料与腰椎、股骨颈及髋关节BMD的相关性;通过单因素和多因素Logistic回归分析评估MHD伴rSHPT患者OP的危险因素。结果 腰椎BMD与性别、甲状旁腺激素(iPTH)、血糖、甲状旁腺最大直径和总重量呈负相关($P < 0.05$),与Scr、骨钙素呈正相关($P < 0.05$)。股骨颈BMD与性别、年龄、iPTH、血糖、甲状旁腺总重量呈负相关($P < 0.05$),与ALB、 β -胶原降解产物(β -CTX)、骨钙素呈正相关($P < 0.05$)。髋部BMD与性别、年龄、iPTH、血糖、甲状旁腺总重量呈负相关($P < 0.05$),与ALB、Scr、骨钙素呈正相关($P < 0.05$)。以是否发生骨质疏松为因变量,将单因素Logistic回归分析中有显著相关性的变量年龄、性别、白蛋白、血肌酐、血糖、iPTH、 β -CTX、25羟维生素D、甲状旁腺最大直径及总重量纳入多因素Logistic回归分析,结果显示,血糖、iPTH、甲状旁腺总重量为MHD合并rSHPT患者骨质疏松的独立危险因素(均 $P < 0.05$)。结论 在MHD合并rSHPT患者中骨密度异常发生率高,血糖、iPTH、甲状旁腺总重量为MHD合并rSHPT患者骨质疏松的独立危险因素。

【关键词】 维持性血液透析;难治性继发性甲状旁腺功能亢进;骨质疏松;危险因素

【中图分类号】 R692.5 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2026.06.024

Analysis of risk factors for osteoporosis in maintenance hemodialysis patients complicated with refractory secondary hyperparathyroidism

LIN Yihui¹, ZHAO Yunfei¹, HUANG Wenhui²

(1. Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China;

2. Department of Nephrology, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou 730000, China)

【Abstract】 **Objective** To investigate the bone mineral density (BMD) levels and their influencing factors in patients with maintenance hemodialysis (MHD) complicated by refractory secondary hyperparathyroidism (rSHPT), and analyze the risk factors for osteoporosis (OP). **Methods** The study included 94 patients with maintenance hemodialysis (MHD) and refractory secondary hyperparathyroidism (rSHPT) who were treated at Gansu Provincial People's Hospital and underwent parathyroidectomy (PTX). During surgery, the size and weight of the parathyroid glands were measured. Bone mineral density (BMD) of the lumbar spine, femoral neck, and hip joint was measured using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). Patients were classified into three groups based on their bone mineral density (BMD): normal bone mass group, osteopenia group, and osteoporosis group. General information, laboratory test results, maximum parathyroid diameter and total weight, bone metabolic markers, and BMD were compared among these three groups. Pearson or Spearman correlation analysis was utilized to evaluate the correlations between clinical data and BMD of the lumbar spine,

基金项目:甘肃省科技计划项目(24JRRA605)

引用本文:蔺一晖,赵云飞,黄文辉,等.维持性血液透析合并难治性继发性甲状旁腺功能亢进患者骨质疏松的危险因素分析[J].西部医学,2026,38(6):914-919. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2026.06.024

femoral neck, and hip joint. Univariate and multivariate logistic regression analyses were performed to assess the risk factors for osteoporosis (OP) in patients with maintenance hemodialysis (MHD) complicated by refractory secondary hyperparathyroidism (rSHPT). **Results** The results of the correlation analysis showed that lumbar spine BMD was negatively correlated with gender, alkaline phosphatase, PTH, blood glucose levels, maximum parathyroid diameter, and total parathyroid weight ($P < 0.05$), while it was positively correlated with serum creatinine and osteocalcin levels ($P < 0.05$). Femoral neck BMD was negatively correlated with gender, age, iPTH, blood glucose levels and total parathyroid weight ($P < 0.05$), and positively correlated with albumin, β -CTX, and osteocalcin levels ($P < 0.05$). Hip BMD was negatively correlated with gender, age, alkaline phosphatase, iPTH, blood glucose levels and total parathyroid weight ($P < 0.05$), and positively correlated with albumin, serum creatinine, and osteocalcin levels ($P < 0.05$). Using the occurrence of osteoporosis as the dependent variable, variables that showed significant correlation in the univariate logistic regression analysis, including age, gender, albumin, serum creatinine, blood glucose, iPTH, β -CTX, 25-hydroxyvitamin D, maximum parathyroid diameter, and total parathyroid weight (all $P < 0.05$), were included in the multivariate logistic regression analysis. The results revealed that blood glucose, iPTH, and total parathyroid weight were independent risk factors for osteoporosis in patients with maintenance hemodialysis (MHD) complicated by refractory secondary hyperparathyroidism (rSHPT) (all $P < 0.05$). **Conclusion** In patients with maintenance hemodialysis (MHD) complicated by refractory secondary hyperparathyroidism (rSHPT), blood glucose, intact parathyroid hormone (iPTH), and total parathyroid weight are independent risk factors for osteoporosis.

【Key words】 Maintenance hemodialysis; Refractory secondary hyperparathyroidism; Osteoporosis; Risk factors

维持性血液透析 (Maintenance hemodialysis, MHD) 合并难治性继发性甲状旁腺功能亢进 (Refractory secondary hyperparathyroidism, rSHPT) 患者长期受高水平甲状旁腺激素 (Parathyroid hormone, PTH) 影响, 导致骨骼矿物质显著流失, 骨密度 (Bone mineral density, BMD) 大幅下降, 进而显著增加了骨折的风险^[1]。骨质疏松 (Osteoporosis, OP) 的特征是低骨量和骨结构破坏, 最终导致骨强度降低和骨折风险增加^[2-3]。目前, 在临床实践中, 主要采用双能 X 线吸收法 (Dual-energy X-ray absorptiometry, DXA) 对 BMD 进行测定, 以此作为预测骨折风险的重要参考依据^[4]。在 rSHPT 患者的病程中, 甲状旁腺生长逐渐从弥漫性增生发展为结节性增生, 最终在晚期形成腺瘤^[5]。甲状旁腺切除术 (Parathyroidectomy, PTX) 可有效控制 rSHPT 患者的 PTH 水平并改善骨代谢^[6], 但术前患者的骨密度水平差异较大, 且骨密度分类不同, 其影响因素可能存在差异。本研究旨在探讨拟行 PTX 的 MHD 合并 rSHPT 患者骨密度水平及其影响因素, 分析骨质疏松的危险因素, 现将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入在甘肃省人民医院就诊并行 PTX 的 94 例 MHD 伴 rSHPT 患者行横断面研究。根据 BMD 结果分成骨量正常组 (22 例)、骨量减少组 (43 例)、骨质疏松组 (29 例)。纳入标准: ① 年龄 > 18 岁。② 透析龄 > 3 个月。③ 全段甲状旁腺激素 (Intact parathyroid hormone, iPTH) > 800 pg/mL 且药物治疗无效。排除标准: ① 非血液透析者。② 合并恶性肿

瘤。③ 骨折或先天性骨骼发育不全。④ 合并严重肝脏疾病。本研究符合赫尔辛基宣言, 经甘肃省人民医院伦理委员会审核批准 (2025-336), 并豁免知情同意。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 记录患者性别、年龄、BMI 等资料, 手术过程中测量甲状旁腺的大小 (mm) 和重量 (g)。所有患者清晨透析前空腹抽取静脉血, 完成临床生化指标检测, 包括 ALB、Scr、SUA、血糖、血钾、血钙、血磷、iPTH、 β -胶原降解产物 (β -CrossLaps, β -CTX)、25 羟维生素 D [25(OH)D]、骨钙素。当血清白蛋白 < 40 g/L 时, 进行血清钙校正: 校正钙 (mmol/L) = 血清钙 + $0.02 \times (40 - \text{血清白蛋白})$ 。

1.2.2 骨密度检测 骨密度检测采用双能 X 线骨密度仪。检测患者腰椎、股骨颈、髌关节骨密度。2022 年原发性骨质疏松症的分类诊断标准^[7]: T 值 ≥ -1.0 为骨量正常; $-2.5 < T \text{ 值} < -1.0$ 为骨量减少; T 值 ≤ -2.5 为骨质疏松。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 26.00 软件进行统计分析, 正态分布的计量资料以均值 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用单因素方差分析, 组间两两比较采用 LSD- t 检验; 非正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验, 组间两两比较采用 Bonferroni 校正法。采用 Pearson 或 Spearman 相关分析进行双变量间的相关性研究。单因素和多因素 Logistic 回归分析骨质疏松危险因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者临床资料比较 共纳入患者年龄 22 ~ 74

岁,平均(43.30±11.86)岁。BMD 结果显示骨量正常组占比 23.4%,骨量减少组占比 45.7%,骨质疏松组占比 30.9%。与骨量减少组相比,骨质疏松组的 β -CTX 和 25(OH)D 水平显著降低 ($P<0.05$)。与骨量正常组和骨量减少组相比,骨质疏松组的 ALB、Scr 显著降低,而 iPTH 显著升高 (均 $P<0.05$)。骨量正常组的校正血钙显著低于骨量减少组和骨质疏松组 ($P<0.05$)。此外,骨质疏松组的甲状旁腺最大直径和总重量均显著大于骨量正常组 ($P<0.05$),其总重量也大于骨量减少组 ($P<0.05$)。见表 1。

表 1 骨量正常与骨量异常临床资料比较 [$n(\times 10^{-2}, \bar{x} \pm s), M(P_{25}, P_{75})$]
Table 1 Comparison of clinical data between normal bone mass and abnormal bone mass

指标	骨量正常组($n=22$)	骨量减少组($n=43$)	骨质疏松组($n=29$)
性别			
男	20(90.91)	35(81.40)	15(51.72)
女	2(9.10)	8(18.60)	14(48.28)
年龄(岁)	40.77±12.09	41.63±11.04	47.69±12.06
BMI(kg/m ²)	21.33±5.42	21.58±2.68	21.73±4.35
ALB(g/L)	40.76±4.07 ^③	40.35±4.52 ^③	37.52±4.95 ^{①②}
Scr(μ mol/L)	985.36±309.58 ^③	951.59±303.56 ^③	762.04±318.99 ^{①②}
UA(μ mol/L)	367.27±97.47	370.54±97.35	344.69±119.62
血糖(mmol/L)	4.87(4.49,5.97)	4.80(4.45,5.51)	5.35(4.58,6.72)
血钾(mmol/L)	4.67±0.97	4.79±0.83	4.63±0.85
校正钙(mmol/L)	2.31±0.20 ^{②③}	2.45±0.17 ^①	2.43±0.19 ^①
血磷(mmol/L)	1.94±0.61	2.02±0.59	1.80±0.60
iPTH(pg/mL)	1 888.31±644.67 ^③	2 045.27±685.43 ^③	2 487.38±798.09 ^{①②}
β -CTX(ng/mL)	4.79±1.06	5.00(4.50,6.00)	4.32(3.53,5.84) ^②
25(OH)D(ng/mL)	13.85(9.83,25.97)	17.50(13.00,25.80)	10.00(7.80,13.75) ^②
骨钙素(μ g/mL)	206.46±65.40	172.14±57.70	150.2(116.20,207.25)
腰椎骨密度	1.16±0.10	1.03±0.13	0.79±0.14
股骨颈骨密度	1.00±0.11	0.87±0.10	0.69±0.14
髌部骨密度	0.98±0.09	0.84±0.09	0.66±0.11
腰椎 T 值	0.43±0.85	-0.83±1.02	-2.87±1.28
股骨颈 T 值	0.06±0.89	-1.12±0.56	-2.3±1.12
髌部 T 值	-0.11±0.74	-1.21±0.67	-2.59±0.86
最大直径(mm)	16.86±4.87 ^③	18.02±5.41	20.83±4.99
总重量(g)	2.63±1.52 ^③	3.49±1.46 ^③	4.43±1.07

注:与骨量正常组相比,① $P<0.05$;与骨量减少组相比,② $P<0.05$;与骨量疏松组相比,③ $P<0.05$ 。

2.2 患者骨密度与临床资料相关性 腰椎 BMD 与性别、iPTH、血糖、甲状旁腺最大直径和总重量呈负相关 ($P<0.05$),与 Scr、骨钙素呈正相关 ($P<0.05$)。股骨颈 BMD 与性别、年龄、iPTH、血糖、甲状旁腺总重量呈负相关 ($P<0.05$),与 ALB、 β -CTX 呈正相关 ($P<0.05$)。髌部 BMD 与性别、年龄、iPTH、血糖、甲状旁腺总重量呈负相关 ($P<0.05$),与 ALB、Scr、骨钙素呈正相关 ($P<0.05$)。见表 2。

表 2 患者腰椎、股骨颈和髌关节骨密度与临床资料的相关性
Table 2 Correlation between bone density of lumbar spine, femoral neck, and hip joint with clinical data in patients

指标	腰椎 BMD		股骨颈 BMD		髌部 BMD	
	r	P	r	P	r	P
性别	-0.274	0.007	-0.293	0.004	-0.344	0.001
年龄	-0.193	0.062	-0.256	0.013	-0.284	0.006
BMI	-0.092	0.377	-0.143	0.170	-0.017	0.870
白蛋白	0.180	0.082	0.216	0.037	0.221	0.032
肌酐	0.262	0.011	0.162	0.118	0.343	0.001
尿酸	-0.035	0.740	0.020	0.847	0.105	0.315
血糖	-0.216	0.037	-0.265	0.010	-0.269	0.009
血钾	0.098	0.350	-0.030	0.777	0.068	0.515
校正血钙	-0.090	0.390	-0.089	0.396	-0.107	0.306
血磷	0.153	0.140	0.104	0.320	0.179	0.085
iPTH	0.369	<0.001	-0.208	0.045	-0.282	0.006
β -CTX	0.155	0.137	0.215	0.037	0.147	0.156
25(OH)D	0.003	0.974	0.151	0.145	0.174	0.094
骨钙素	0.271	0.008	0.199	0.055	0.294	0.004
最大直径	-0.282	0.006	-0.168	0.106	-0.194	0.061
总重量	-0.342	0.001	-0.295	0.004	-0.372	<0.001

2.3 骨质疏松影响因素的 Logistic 回归分析 将 iPTH 值除以 100 后放进模型,单因素 Logistic 回归分析结果显示,性别、年龄、ALB、Scr、血糖、iPTH/100、 β -CTX、25(OH)D、甲状旁腺最大直径及总重量对 MHD 合并 rSHPT 患者骨质疏松的影响差异有统计学意义 (均 $P<0.05$)。将以上变量纳入多因素 Logistic 回归分析,以是否发生骨质疏松为因变量,结果显示,血糖、iPTH、甲状旁腺总重量为 MHD 合并 rSHPT 患者骨质疏松的独立危险因素 (均 $P<0.05$),性别、 β -CTX、25(OH)D 为保护性因素 ($P<0.05$)。根据绝经状态对女性患者进行亚组分析,单因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄、iPTH/100、甲状旁腺总重量为危险因素 ($P<0.05$)。绝经状态与骨质疏松的关联差异无统计学意义 ($\beta=-1.674, P=0.08$)。将绝经状态及以上变量纳入多因素 Logistic 回归分析,结果显示,所有变量均 $P>0.05$ 。见表 3~6。

3 讨论

MHD 合并 rSHPT 患者普遍存在骨质疏松和骨量减少,其骨质疏松患病率为 30.9%。终末期肾病患者骨质疏松主要与矿物质和骨代谢紊乱相关。有研究^[8]表明,透析患者的骨折率显著高于透析前的 CKD 患者。骨质疏松是与性别相关的疾病,雌激素是影响 BMD 水平的因素之一,通过多维度调控破骨-成骨平衡,当雌激素水平出现明显下降时,会激活破骨细胞的活性,加速骨量的丢失,进而显著增加患骨质疏松的风险^[9-10]。本研究发现,绝经状态并非骨质疏松的独立危险因素。这可能由于 SHPT 导致持续的、高水

表 3 骨质疏松单因素 Logistic 回归分析结果

Table 3 Results of univariate logistic regression analysis for osteoporosis

指标	β	<i>P</i>	OR	95%CI
性别	-1.636	0.001	0.195	0.072~0.525
年龄	0.046	0.019	1.047	1.007~1.088
BMI	0.015	0.791	1.015	0.907~1.136
ALB	-0.138	0.007	0.871	0.788~0.963
Scr	-0.002	0.007	0.998	0.996~0.999
UA	-0.002	0.288	0.998	0.993~1.002
血糖	0.392	0.034	1.479	1.031~2.124
血钾	-0.161	0.540	0.851	0.507~1.427
校正血钙	0.535	0.649	1.708	0.170~17.112
血磷	-0.584	0.142	0.558	0.256~1.217
iPTH/100	0.101	0.004	1.106	1.032~1.185
β -CTX	-0.448	0.038	0.639	0.418~0.976
25(OH)D	-0.124	0.001	0.884	0.819~0.953
骨钙素	-0.004	0.324	0.996	0.989~1.004
最大直径	0.116	0.010	1.123	1.028~1.226
总重量	0.623	0.001	1.865	1.311~2.655

表 4 骨质疏松多因素 Logistic 回归分析结果

Table 4 Results of multivariate logistic regression analysis for osteoporosis

指标	β	<i>P</i>	OR	95%CI
性别	-3.571	0.001	0.028	0.003~0.237
年龄	0.021	0.489	1.021	0.963~1.082
ALB	-0.027	0.757	0.974	0.853~1.152
Scr	0.001	0.515	1.001	0.998~1.003
血糖	0.798	0.049	2.221	1.005~4.908
iPTH/100	0.131	0.019	1.139	1.002~1.270
β -CTX	-0.816	0.031	0.442	0.221~0.928
25(OH)D	-0.144	0.017	0.866	0.770~0.975
最大直径	-0.073	0.353	0.929	0.796~1.085
总重量	1.025	0.006	2.787	1.345~5.775

表 5 女性患者骨质疏松单因素 Logistic 回归分析结果

Table 5 Results of univariate Logistic regression analysis for osteoporosis in female patients

指标	β	<i>P</i>	OR	95%CI
年龄	0.110	0.030	1.116	1.011~1.232
BMI	-0.004	0.971	0.996	0.806~1.231
白蛋白	0.035	0.693	1.036	0.870~1.233
肌酐	-0.003	0.072	0.997	0.993~1.000
尿酸	-0.006	0.221	0.994	0.986~1.003
血糖	0.646	0.192	1.908	0.722~5.039
血钾	-0.030	0.951	0.971	0.378~2.494
校正血钙	2.401	0.251	11.031	0.183~664.906
血磷	-0.546	0.373	0.579	0.174~1.928
PTH/100	0.137	0.032	1.147	1.012~1.300
β -CTX	-0.266	0.526	0.798	0.397~1.602
25(OH)D	-0.079	0.128	0.924	0.836~1.023
骨钙素	-0.009	0.172	0.991	0.978~1.004
最大直径	0.081	0.279	1.085	0.936~1.257
总重量	1.246	0.022	3.477	1.201~10.068
绝经状态	-1.674	0.080	0.188	0.029~1.225

表 6 女性患者骨质疏松多因素 Logistic 回归分析结果

Table 6 Results of multivariate logistic regression analysis of osteoporosis in female patients

指标	β	<i>P</i>	OR	95%CI
年龄	0.074	0.452	1.077	0.888~1.307
iPTH/100	0.086	0.268	1.090	0.936~1.270
总重量	0.905	0.138	2.472	0.748~8.175
绝经状态	-0.089	0.965	0.915	0.017~49.405

平的 PTH 分泌,引起显著的骨高转换状态,对骨骼的破坏效应显著增强,可能掩盖了绝经相关的雌激素撤退所带来的风险。因此,对于 MHD 合并 rSHPT 的女性患者,临床管理的重心应从评估绝经状态,转向对 rSHPT 本身的严格控制。高龄是维持性血液透析患者骨质疏松的一个危险因素,主要与营养不良、身体活动量减少以及器官组织老化密切相关。此外,透析患者常伴有多重并发症、维生素 D 的缺乏以及骨骼肌质量的减少,这些因素进一步加剧了骨质疏松的发生^[11]。本研究也发现骨质疏松组患者的年龄更大,年龄与 BMD 呈负相关。单因素 Logistic 回归分析显示高龄是 MHD 患者骨质疏松的独立危险因素,随着年龄的升高骨密度呈下降趋势。ALB 主要为患者的骨代谢提供合成原料,维持性血液透析患者的 ALB 水平偏低,导致其对骨细胞刺激也逐渐减弱,骨量下降明显,使其更易并发 OP^[12]。本研究的发现与上述结论一致,即 ALB 为骨质疏松的保护性因素。

MHD 伴 rSHPT 患者高血糖对骨质疏松的影响是多方面的。高血糖环境下,葡萄糖与蛋白质、脂质和核酸发生非酶促糖基化反应,形成糖基化终产物(Advanced glycation end products, AGEs)。AGEs 可与骨组织中的受体结合,导致骨代谢紊乱,减少骨形成并增加骨吸收。高血糖可导致钙、磷代谢异常,增加尿钙和尿磷的排泄,从而降低血钙和血磷水平,进一步刺激 iPTH 分泌。iPTH 分泌增加会进一步促进骨吸收,释放更多的钙和磷进入血液,反而会加重骨质疏松。高血糖也可影响维生素 D 的活化和吸收,从而进一步加重骨质疏松^[13]。本研究发现,血糖为 MHD 合并 rSHPT 患者骨质疏松的独立危险因素。因此对 MHD 合并 SHPT 的患者,应严格控制血糖水平,以减少对骨代谢的负面影响。

骨质疏松的诊断以骨密度为基础,骨代谢标志物可反映短 5 内患者骨代谢状况。骨代谢标志物包括 β -CTX、维生素 D、iPTH 与骨钙素^[14-15]。低水平的 β -CTX 可能提示低转换骨病,当 β -CTX 低于特定阈值时,对无动力性骨病具有高度预测价值^[16-18]。本研究发现骨质疏松组患者 β -CTX 水平更低,且与股骨颈

BMD 呈正相关。这表明在本研究中,低 β -CTX 水平很可能标志着一部分患者已进入骨重建停滞的低转换状态,成骨与破骨活性均被抑制,此时,骨吸收标志物 β -CTX 处于低水平,但骨骼因无法进行正常的损伤修复与重塑,其质量急剧恶化,骨密度显著降低。维生素 D 是维持骨骼健康的重要营养素,能促进钙的吸收和利用。在机体内活性维生素 D 以 $1,25-(\text{OH})_2\text{D}$ 形式存在,肾功能减退时多种因素会影响维生素 D 羟化,减少其生成。CKD 患者维生素 D 不足的比率高达 90% 以上,早在 CKD2 期就出现钙磷代谢紊乱和 $25(\text{OH})\text{D}$ 水平的下降^[19]。非 MHD 患者 OP 研究显示, $25(\text{OH})\text{D}$ 不足也会影响 OP 发生^[20]。多因素 Logistic 回归分析显示 β -CTX、 $25(\text{OH})\text{D}$ 为 MHD 合并 SHPT 患者骨质疏松的保护性因素。

随着骨密度的降低,iPTH 水平逐渐升高。在 CKD 早期就有 iPTH 的升高,研究^[21]表明 iPTH > 900 pg/mL 是导致骨折的一个独立危险因素。MHD 患者 iPTH 持续升高对骨骼、代谢、免疫和心血管系统均产生负面影响^[22]。大剂量的 iPTH 促骨转换、骨钙释放及吸收,增加骨质疏松的风险。有研究^[23-25]表明 iPTH 与 BMD 存在负相关,SPTH 是高骨转换和骨密度降低的诱因。本研究相关性分析证实,iPTH 水平影响腰椎、股骨颈及髌部骨密度的水平,且为负向影响。多因素 Logistic 回归分析进一步证实了 iPTH 为 MHD 合并 rSHPT 患者骨质疏松的危险因素,表明了 iPTH 在骨代谢中的重要作用,以及其在 rSHPT 患者骨密度下降中的关键作用。iPTH 对不同部位的 BMD 影响可能不一致。一项观察性研究^[26]发现 iPTH 与股骨颈和全髌 BMD 呈负相关,与腰椎 BMD 无相关。本研究发现,iPTH 对 MHD 合并 rSHPT 患者腰椎 BMD 产生的影响最大,其次为髌关节和股骨颈的 BMD,这提示 iPTH 对不同部位 BMD 的影响可能不同。

有研究^[27]表明,甲状旁腺的大小和重量与 iPTH 水平呈正相关。PTX 术后,患者的 BMD 显著增加,尤其是在腰椎和髌部等部位。PTX 不仅能显著改善患者的骨密度,还能缓解其临床症状,如骨骼疼痛、骨折风险等^[28]。本研究发现甲状旁腺最大直径及总重量与 MHD 合并 rSHPT 患者的骨质疏松有关。多因素 Logistic 回归分析显示甲状旁腺总重量为 MHD 合并 rSHPT 患者骨质疏松的危险因素。

4 结论

本研究结果提示,在维持性血液透析合并难治性继发性甲状旁腺功能亢进患者中骨密度异常发生率高,血糖、iPTH、甲状旁腺总重量是骨质疏松的独立

危险因素。但本研究为单中心、回顾性研究,且样本量偏少,存在一定误差和偏倚,后续还需多中心、前瞻性深入研究。

【参考文献】

- [1] KOMABA H, IMAIZUMI T, HAMANO T, *et al.* Lower parathyroid hormone levels are associated with reduced fracture risk in Japanese patients on hemodialysis[J]. *Kidney Int Rep*, 2024, 9(10): 2956-2969.
- [2] 陈菁华,盛二燕,黄健,等. 骨质疏松症的 MRI 研究进展[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2020, 18(1): 98-100.
- [3] 孙洪勋,王乃宏,华伯坝. 原发性骨质疏松研究进展[J]. *中国中西医结合影像学杂志*, 2005, 3(1): 44-47.
- [4] NISSINEN T, SUORANTA S, SAAVALAINEN T, *et al.* Detecting pathological features and predicting fracture risk from dual-energy X-ray absorptiometry images using deep learning[J]. *Bone Rep*, 2021, 14: 101070.
- [5] 文静,段海松,罗立娟,等. 常规超声及超声造影在伴声晕甲状腺结节超声诊断中的价值[J]. *遵义医科大学学报*, 2023, 46(11): 1094-1100.
- [6] EVENEPOEL P, JØRGENSEN H S. Parathyroidectomy versus calcimimetic: the lower the PTH the better? [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2022, 107(8): e3532-e3533.
- [7] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2022)[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2022, 15(6): 573-611.
- [8] RAM K, KALAL N, JHORAWAT R, *et al.* Fracture risk prediction & kidney function at different stages of chronic kidney disease: a correlation study[J]. *Indian J Med Res*, 2025, 161(2): 182-189.
- [9] LIU Y, HUANG X Y, TANG K, *et al.* Prevalence of osteoporosis and associated factors among Chinese adults: a systematic review and modelling study[J]. *J Glob Health*, 2025, 15: 04009.
- [10] CHENG C H, CHEN L R, CHEN K H. Osteoporosis due to hormone imbalance: an overview of the effects of estrogen deficiency and glucocorticoid overuse on bone turnover[J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(3): 1376.
- [11] WANG Y L, MA W X, PU J H, *et al.* Interrelationships between sarcopenia, bone turnover markers and low bone mineral density in patients on hemodialysis[J]. *Ren Fail*, 2023, 45(1): 2200846.
- [12] 莫凤才. 血液灌流联合血液透析治疗对尿毒症患者血清中骨代谢指标及骨质疏松患病率的影响[J]. *中国处方药*, 2017, 15(2): 143-144.
- [13] YE Y W, LU K, YIN Y, *et al.* Association between serum 25 -hydroxyvitamin D and fasting blood glucose in osteoporosis patients[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 18812.
- [14] GEMBILLO G, SESSA C, MORALE W, *et al.* Fracture risk in chronic kidney disease: addressing an overlooked complication[J]. *Metabolites*, 2025, 15(7): 460.
- [15] BHATTOA H P, VASIKARAN S, TRIFONIDI I, *et al.* Update on the role of bone turnover markers in the diagnosis and management of osteoporosis: a consensus paper from The Euro-

- pean Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO), International Osteoporosis Foundation (IOF), and International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC)[J]. *Osteoporos Int*, 2025, 36(4): 579-608.
- [16] 《中国老年骨质疏松症诊疗指南》工作组, 中国老年学和老年医学学会骨质疏松分会, 中国医疗保健国际交流促进会骨质疏松病分会, 等. 中国老年骨质疏松症诊疗指南(2023)[J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2023, 16(10): 865-885.
- [17] COSSETTINI A, RE SARTÒ G V, AGHI A, *et al.* Biomarkers and bone turnover markers in chronic kidney disease - mineral and bone disorders (CKD-MBD): recent advances[J]. *G Ital Nefrol*, 2024, 41(Suppl 83): 2024-S83.
- [18] SRISUWARN P, EASTELL R, SALAM S. Clinical utility of bone turnover markers in chronic kidney disease[J]. *J Bone Metab*, 2024, 31(4): 264-278.
- [19] CHINESE NEPHROLOGIST ASSOCIATION, THE WORKING GROUP OF CHINESE PRACTICE PROGRAM OF VITAMIN D. The application of vitamin D and its analogues in patients with chronic kidney disease: the Chinese practice program (2019) [J]. *Zhonghua nei ke za zhi*, 2020, 59(2): 104-116.
- [20] 张奇, 蔡菁, 靳勇, 等. 中老年女性血清 25 羟维生素 D 水平与骨密度、体质量指数的调查研究[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2020, 26(3): 328-332.
- [21] ZHAO T X, LI Y L, TIAN J L, *et al.* Unraveling the relationship between serum parathyroid hormone levels and trabecular bone score: a cross-sectional study[J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 13065.
- [22] DUQUE E J, ELIAS R M, MOYSÉS R M A. Parathyroid hormone: a uremic toxin[J]. *Toxins*, 2020, 12(3): 189.
- [23] CHAO C T, HOU Y C, LIAO M T, *et al.* Adynamic bone disorder in chronic kidney disease: meta-analysis and narrative review of potential biomarkers as diagnosis and therapeutic targets [J]. *Ren Fail*, 2025, 47(1): 2530162.
- [24] NAZZAL Z, KHADER S, ZAWYANI H, *et al.* Bone mineral density in Palestinian patients with end-stage renal disease and the related clinical and biochemical factors: cross-sectional study [J]. *PLoS One*, 2020, 15(11): e0241201.
- [25] SLOUMA M, SAHLI H, BAHLOUS A, *et al.* Mineral bone disorder and osteoporosis in hemodialysis patients [J]. *Adv Rheumatol*, 2020, 60(1): 15.
- [26] GAO C, QIAO J, LI S S, *et al.* The levels of bone turnover markers 25(OH)D and PTH and their relationship with bone mineral density in postmenopausal women in a suburban district in China[J]. *Osteoporos Int*, 2017, 28(1): 211-218.
- [27] REZKALLAH E, ELSAIFY A, HANNA R, *et al.* Correlation between preoperative calcium and parathormone levels with parathyroid gland volume[J]. *Endocr Regul*, 2023, 57(1): 12-17.
- [28] SONG Z X, REDDY S, WU C, *et al.* Changes in bone mineral density after parathyroidectomy in patients with primary hyperparathyroidism[J]. *J Surg Res*, 2025, 306: 431-436.
- (收稿日期: 2025-06-30; 修回日期: 2025-10-29; 编辑: 王小菊)
-
- (上接第 913 页)
- [17] HUANG C Z, ZHANG J, ZHANG C, *et al.* Heparin-binding protein in bronchoalveolar lavage fluid as a biomarker for discriminating severe bacterial and viral pneumonia in critically ill children[J]. *Mediators Inflamm*, 2023, 2023: 6123911.
- [18] ACAR T, ERTEKIN B, YORTANLI M, *et al.* Prognostic value of heparin-binding protein for mortality in severe COVID-19 pneumonia[J]. *Biomark Med*, 2022, 16(13): 981-991.
- [19] TAHA A M, NAJAH Q, OMAR M M, *et al.* Diagnostic and prognostic value of heparin-binding protein in sepsis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine*, 2024, 103(25): e38525.
- [20] 白巧, 周鑫, 张小印, 等. S100A9 激活 NF- κ B 促进小胶质细胞 TLR7 表达和炎症因子释放[J]. *神经解剖学杂志*, 2023, 39(6): 624-632.
- [21] GENG J F, ZHENG Z H, LI L G, *et al.* Apigenin attenuated sepsis induced acute lung injury via polarizing macrophage towards M2 by blocking miR-146a \rightarrow TLR7 interaction[J]. *Int Immunopharmacol*, 2025, 152: 114446.
- [22] LE D K, NGUYEN P M, TRAN L C, *et al.* Prognostic value of the lactate/albumin ratio for 28-day mortality in pediatric septic shock: a prospective cohort study[J]. *Cureus*, 2024, 16(9): e68912.
- [23] 常朝霞. RDW/ALB 联合 Lac/ALB 对重症肺炎患者预后的判断价值[D]. 西宁: 青海大学, 2024.
- [24] MENG Y, ZHANG L, HUANG M Y, *et al.* Blood heparin-binding protein and neutrophil-to-lymphocyte ratio as indicators of the severity and prognosis of community-acquired pneumonia [J]. *Respir Med*, 2023, 208: 107144.
- [25] LI F X, YE Z Q, ZHU J Q, *et al.* Early lactate/albumin and procalcitonin/albumin ratios as predictors of 28-day mortality in ICU-admitted sepsis patients: a retrospective cohort study[J]. *Med Sci Monit*, 2023, 29: e940654.
- [26] 余苗, 解彤彤, 王一成, 等. Lac/Alb 对慢性阻塞性肺疾病急性加重期合并呼吸衰竭无创机械通气患者临床预后的预测研究[J]. *临床肺科杂志*, 2025, 30(7): 1008-1012.
- [27] WILLIAMS B, ZHU J, ZOU L, *et al.* Innate immune TLR7 signaling mediates platelet activation and platelet-leukocyte aggregate formation in murine bacterial sepsis[J]. *Platelets*, 2022, 33(8): 1251-1259.
- [28] CHEN X Y, LI H T, LI J, *et al.* The potential role of heparin-binding protein in neonatal sepsis: research progress[J]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2024, 14: 1422872.
- [29] ZHAO X, PENG Q, LI W W, *et al.* Elevated lactate/albumin ratio is associated with poor prognosis in sepsis patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Med Biochem*, 2024, 43(4): 334-349.
- (收稿日期: 2025-07-21; 修回日期: 2026-04-18; 编辑: 王小菊)