

论 著

基于螺旋CT测量肾周脂肪厚度预测供肾者分肾功能的价值

王路路¹ 李 坤² 张 曼¹
李 文^{2,*}

1.山东第一医科大学 (山东 济南 250000)

2.山东第一医科大学第一附属医院 山东省千佛山医院 核医学科 (山东 济南 250000)

【摘要】目的 本研究的目的是探讨应用螺旋CT测得的肾周脂肪厚度在评估分肾功能中的临床价值。

方法 回顾性分析我院173例活体供肾者的AVU、肾动态显像及临床资料, 在整个研究人群中, 我们将肾周脂肪厚度(perirenal fat thickness, PrFT)分为PrFT-L侧、PrFT-L后、PrFT-R侧、PrFT-R后, 分别研究与其他肥胖参数、代谢危险因素及99mTc-DTPA(99mTechnetium diethylenetriamine pentaacetic acid)肾动态显像测得的肾小球滤过率(Gates-GFR)的相关性, 分析肾周脂肪厚度在评估分肾功能中的临床价值。**结果** 173例活体供肾者中男性60名, 女性113名, 平均年龄 54.75 ± 7.22 岁, PrFT-L侧平均为 15.94 ± 6.14 mm, 与左肾Gates-GFR呈负相关($r = -0.515$, $P < 0.001$), PrFT-R侧平均约 12.16 ± 6.16 mm, 与右肾Gates-GFR呈负相关($r = -0.413$, $P < 0.001$)。**结论** 我们的结果证实了肾周脂肪厚度与分肾小球滤过率(Gates-GFR)具有良好的相关性, 肾周脂肪可能构成肾小球滤过率降低的潜在危险因素。

【关键词】肾周脂肪厚度; 肾小球滤过率; 计算机断层成像

【中图分类号】R445

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.09.042

The Value of Predicting Lateral Renal Function Based on Perirenal Fat Thickness of Spiral CT Measurement for the Kidney

WANG Lu-lu¹, LI Kun², ZHANG Man¹, LI Wen^{2,*}.

1.Shandong First Medical University, Jinan 250000, Shandong Province, China

2.Department of Nuclear Medicine, The First Affiliated Hospital of Shandong First Medical University < Shandong Provincial Qianfoshan Hospital >, Jinan 250000, Shandong Province, China

ABSTRACT

Objective the purpose of this study is to investigate the application of spiral CT of renal fat thickness in evaluating clinical value of renal function. **Methods** retrospective analysis of 173 cases for the kidney AVU, renal dynamic imaging and clinical data, in the whole group, we will renal week Fat Thickness (Perirenal Fat Thickness, PrFT) is divided into PrFT-side, after PrFT-L, PrFT-R side, PrFT-R, respectively, research and other parameters, metabolic risk factors, and 99 mTc-DTPA(99mTechnetium diethylenetriamine pentaacetic acid) dynamic imaging of renal glomerular filtration rate (Gates-GFR) correlation, analysis of renal week Fat Thickness in evaluating the clinical value of renal function. **Results** 173 cases of living donor kidney 60 of the men and women in 113, the average age of 54.75 ± 7.22 years, PrFT-L side with an average of 15.94 ± 6.14 mm, and negatively correlated with left renal Gates-GFR ($r = 0.515$, $P < 0.001$), PrFT-R side an average of about 12.16 ± 6.16 mm, and negatively correlated to the right kidney Gates-GFR ($r = 0.413$, $P < 0.001$). **Conclusion** our results confirmed the week of kidney fat thickness and points of renal glomerular filtration rate (Gates-GFR) has good correlation, renal week fat may constitute the glomerular filtration rate to reduce the potential risk factors.

Keywords: Perirenal Fat Thickness; Glomerular Filtration Rate; Computed Tomography

随着成像技术的发展和提高, 异位脂肪组织的重要性越来越凸显出来^[1], 它对全身炎症、胰岛素抵抗和代谢特征均有不利影响^[2]。越来越多的证据表明, 器官周围异位脂肪的显著增加最终可能会损害它们的功能, 心外膜脂肪、血管周围脂肪和肾周脂肪分别与冠状动脉粥样硬化、心血管疾病和肾脏损害密切相关^[3-4], 肾周脂肪在一定程度上还可以预测 II 型糖尿病肾病的发生, 可作为中国初诊糖尿病肾病患者代谢标志物的替代检查^[5], 其预测慢性肾病(CKD)的敏感度和特异度分别可以达到62.66%和64.22%^[6]。肾周脂肪厚度与肾周脂肪质量呈正相关, 用CT测量肾周脂肪厚度(PrFT)是评估肾周脂肪的可靠方法^[7], 但既往多是研究心血管疾病和慢性肾病患者肾周脂肪厚度与血肌酐肾小球滤过率的关系, 疾病本身也会对肾小球滤过率产生影响, 因此, 我们的研究目的是评估无明显心血管疾病和慢性肾病患者的肾周脂肪厚度与金标准肾动态显像Gates法测定的分侧肾小球滤过率(Gates-GFR)的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2019年01月至2022年7月在山东省第一医科大学第一附属医院(山东省千佛山医院)进行肾移植活体供肾者173名, 男性60例, 女性113例, 年龄29~72岁, 平均(54.75 ± 7.22)岁, 均在一周内行血清学指标检查、多相螺旋CT及99mTc-DTPA肾动态显像检查。排除标准: 各种急慢性肾病肾炎; 长期慢性心血管疾病; 长期服用糖皮质激素及影响肝肾功能药物者; 恶性肿瘤病史; 受试者检查资料不完整。

1.2 CT检查方法及测量指标 采用GE多层螺旋CT机行泌尿系统AVU检查, 扫描动脉期、静脉期、排泄期, 层间距5mm, 层厚5mm。肾周脂肪厚度的测量由两位放射科医生在PACS系统上分别完成测量并取平均值, 测量采用Anderson等^[8]提出的方法: 于肾静脉水平测量肾背膜至侧壁及后腹壁的直线距离, 左右两侧均测量, 得到肾周脂肪PrFT-L侧、PrFT-L后、PrFT-R侧、PrFT-R后(图1)。腹部脂肪以皮下脂肪厚度(Subcutaneous fat thickness, SuFT)衡量: 分别测量脐周左右侧约5cm处的直线距离, 取平均值(图2)。

1.3 临床资料收集 收集患者的性别、年龄、身高、体重指数(body mass index, BMI)、肾动态显像(Gates-GFR), 实验室检查数据包括甘油三酯(triglyceride, TG)、胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)、血清肌酐(Serum creatinine, Scr)、血尿素氮(blood urea nitrogen, uric acid, BUN)、尿酸(uric acid, UA), eGFR采用国人改良的MDRD公式, $eGFR [ml / (min \cdot 1.73m^2)] = 175 \times Scr^{-1.234} \times 年龄^{-0.179}$ (如为女性则 $\times 0.79$)。

1.4 统计学分析 运用SPSS 26.0对数据资料进行统计学分析, 计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示, 两个独立样本间比较采用t检验, 多个独立样本间比较采用Kruskal-Wallis检验, pearson进行相关性分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 一般情况 本研究共纳入173名受试者, 其中男性60例, 女性113例, 年龄29~72岁, 平均(54.75 ± 7.22)岁, PrFT-L侧平均值为 15.94 ± 6.14 mm, PrFT-L后平均值

【第一作者】王路路, 女, 研究生, 主要研究方向: 肿瘤分子影像。E-mail: 13181700972@163.com

【通讯作者】李 文, 男, 主任医师, 主要研究方向: 肿瘤分子影像。E-mail: 0686@sds hospital.com

为 $4.67 \pm 4.14\text{mm}$ ，PrFT-R侧平均值为 $12.16 \pm 6.16\text{mm}$ ，PrFT-R后平均值为 $4.11 \pm 3.97\text{mm}$ ，左肾Gates-GFR平均值为 41.52 ± 5.45 ，右肾Gates-GFR平均值为 44.18 ± 7.89 。男性的平均身高、体重、TG、Scr、BUN、UA、L侧、L后、R侧、R后高于女性，女性SuFT、HDL高于男性，差异均具有统计学意义(P 均 <0.001)，年龄、BMI、TC、LDL、eGFR、左肾Gates-GFR、右肾Gates-GFR在性别分组间无明显差异，见表1)。

2.2 肾周脂肪厚度与临床变量的相关性分析 将肾周脂肪厚度分为PrFT-L侧、PrFT-L后、PrFT-R侧、PrFT-R后四组，分别与其他肥胖参数、代谢危险因素及分肾肾小球滤过率(Gates-GFR)进行Pearson相关分析得出，PrFT-L侧、PrFT-L后、PrFT-R侧、PrFT-R后均与体重、BMI呈显著正相关(P 均 <0.05)，PrFT-L侧、PrFT-R后与SuFT呈正相关($P<0.05$)。PrFT-L侧、PrFT-L后、

PrFT-R侧、PrFT-R后均与TG、Scr、UA呈显著正相关关系，与HDL、eGFR呈显著负相关(P 均 <0.05)，肾周脂肪厚度与TC、LDL及BUN无显著相关性。PrFT-L侧与左肾Gates-GFR呈显著负相关关系($r=-0.515$ ， $P<0.001$)，PrFT-R侧与右肾Gates-GFR呈显著负相关关系($r=-0.413$ ， $P<0.001$)(表2)。将PrFT-L侧、PrFT-R侧分别与左肾Gates-GFR、右肾Gates-GFR作散点图(图3)。

2.3 不同肾周脂肪厚度三分位数分组的临床变量的差异 根据PrFT-L侧的三分位数分为三组，Tertile 1: $<13.24\text{mm}$ 、Tertile 2: $(13.24\sim18.31\text{mm})$ 、Tertile 3: $>18.31\text{mm}$ 。同理根据PrFT-R侧的三分位数分为三组，Tertile 1: $<9.03\text{mm}$ 、Tertile 2: $(9.03\sim14.06\text{mm})$ 、Tertile 3: $>14.06\text{mm}$ 。在不同组别中，随着PrFT-L侧及PrFT-R侧的升高，TG、Scr、UA随之升高，而HDL随之降低，差异均具有统计学意义(P 均 <0.05)(图4)。

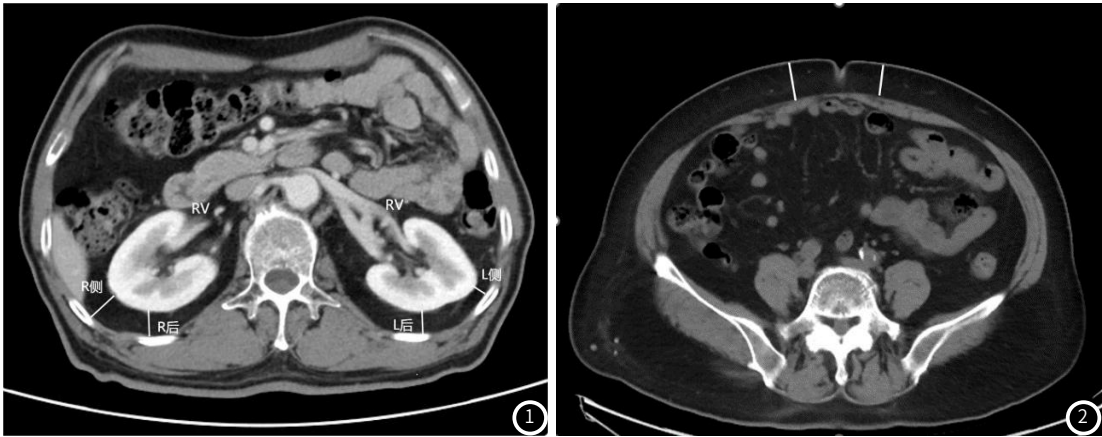


图1 肾周脂肪厚度的CT测量图像。
注：PrFT-L侧：左侧肾周脂肪厚度；PrFT-L后：左后方肾周脂肪厚度；PrFT-R侧：右侧肾周脂肪厚度；PrFT-R后：右后方肾周脂肪厚度。
图2 皮下脂肪厚度(SuFT)的CT测量图像。

表1 不同性别患者的临床特征

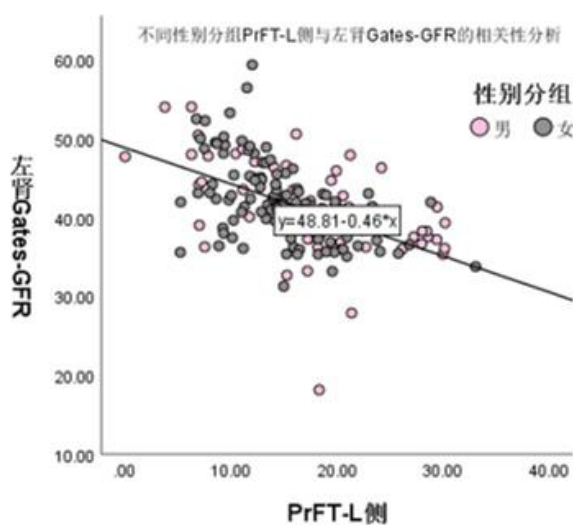
特征	总人数(n=173人)	男(n=60人)	女(n=113人)	P值
年龄	54.75±7.22	55.55±8.35	54.32±6.54	0.287
身高	163.94±6.96	169.78±6.06	160.84±5.21	<0.001**
体重	65.37±10.46	71.11±9.79	62.32±9.52	<0.001**
BMI	24.29±3.43	24.70±3.46	24.08±3.41	0.253
ScFT	20.2±7.28	16.18±6.44	22.36±6.80	<0.001**
L侧	15.94±6.14	17.62±7.46	15.05±5.13	0.008**
L后	4.67±4.14	6.87±5.21	3.50±2.84	<0.001**
R侧	12.16±6.16	13.88±7.36	11.25±5.23	0.007**
R后	4.11±3.97	5.30±5.38	3.49±2.80	0.03*
TG	1.34±0.75	1.57±0.93	1.22±0.61	0.003**
TC	4.68±0.95	4.56±0.93	4.75±0.96	0.222
HDL	1.2±0.31	1.19±0.34	1.33±0.28	0.004**
LDL	2.65±0.71	2.58±0.73	2.69±0.69	0.335
Scr	61.72±11.25	71.82±9.93	56.36±7.66	<0.001**
BUN	5.1±1.23	5.54±1.30	4.88±1.12	0.001**
UA	271.23±69.81	312.77±76.12	249.17±54.88	<0.001**
eGFR	105.84±9.04	105.37±9.33	106.09±8.91	0.623
左肾Gates-GFR	41.52±5.45	41.04±6.10	41.78±5.07	0.394
右肾Gates-GFR	44.18±7.89	45.15±10.59	43.67±5.98	0.240

注：ScFT：皮下脂肪厚度(subcutaneous fat thickness, SuFT)；TG：甘油三酯(triglyceride, TG)；TC：胆固醇(total cholesterol, TC)；HDL：高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)；LDL：低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)；Scr：血清肌酐(serum creatinine, Scr)；BUN：尿素氮(blood urea nitrogen, uric acid, BUN)；UA：尿酸(uric acid, UA)；eGFR：血漿肾小球滤过率(estimated Glomerular filtration rate)；* $P<0.05$ ，** $P<0.01$ 。

表2 研究人群中肾周脂肪厚度与临床变量的相关性分析

临床变量	L侧		L后		R侧		R后	
	r	P	r	P	r	P	r	P
年龄	0.089	0.245	0.147	0.054	0.106	0.163	0.112	0.142
体重	0.390	<0.001**	0.455	<0.001**	0.283	<0.001**	0.339	<0.001**
BMI	0.334	<0.001**	0.371	<0.001**	0.189	0.013*	0.265	<0.001**
ScFT	0.228	0.003**	0.125	0.101	0.114	0.136	0.193	0.011*
TG	0.379	<0.001**	0.286	<0.001**	-0.243	0.001**	0.229	0.002**
TC	0.086	0.261	-0.075	0.324	-0.040	0.606	-0.047	0.537
HDL	-0.249	0.001**	-0.296	<0.001**	-0.175	0.022*	-0.212	0.005**
LDL	0.053	0.488	-0.044	0.568	-0.100	0.189	-0.023	0.763
Scr	0.266	<0.001**	0.362	<0.001**	0.301	<0.001**	0.162	0.033*
BUN	0.051	0.502	0.178	0.019*	0.136	0.074	0.098	0.199
UA	0.214	0.005**	0.394	<0.001**	0.259	0.001**	0.238	0.002**
eGFR	-0.195	0.01*	-0.215	0.004**	-0.252	0.001**	-0.154	<0.001**
左肾Gates-GFR	-0.515	<0.001**	-0.144	0.059	-0.263	<0.001**	-0.148	0.052
右肾Gates-GFR	-0.140	0.067	0.045	0.555	-0.413	<0.001**	0.025	0.744

注: *P<0.05, **P<0.01。



3A

3B

3C

3D

3E

3F

3G

3H

3I

3J

3K

3L

3M

3N

3O

3P

3Q

3R

3S

3T

3U

3V

3W

3X

3Y

3Z

3AA

3AB

3AC

3AD

3AE

3AF

3AG

3AH

3AI

3AJ

3AK

3AL

3AM

3AN

3AO

3AP

3AQ

3AR

3AS

3AT

3AU

3AV

3AW

3AX

3AY

3AZ

3BA

3BB

3BC

3BD

3BE

3BF

3BG

3BH

3BI

3BJ

3BK

3BL

3BM

3BN

3BO

3BP

3BQ

3BR

3BS

3BT

3BU

3BV

3BW

3BX

3BY

3BZ

3CA

3CB

3CC

3CD

3CE

3CF

3CG

3CH

3CI

3CJ

3CK

3CL

3CM

3CN

3CO

3CP

3CQ

3CR

3CS

3CT

3CU

3CV

3CW

3CX

3CY

3CZ

3DA

3DB

3DC

3DD

3DE

3DF

3DG

3DH

3DI

3DJ

3DK

3DL

3DM

3DN

3DO

3DP

3DQ

3DR

3DS

3DT

3DU

3DV

3DW

3DX

3DY

3DZ

3EA

3EB

3EC

3ED

3EE

3EF

3EG

3EH

3EI

3EJ

3EK

3EL

3EM

3EN

3EO

3EP

3EQ

3ER

3ES

3ET

3EU

3EV

3EW

3EX

3EY

3EZ

3FA

3FB

3FC

3FD

3FE

3FF

3FG

3FH

3FI

3FJ

3FK

3FL

3FM

3FN

3FO

3FP

3FQ

3FR

3FS

3FT

3FU

3FV

3FW

3FX

3FY

3FZ

3GA

3GB

3GC

3GD

3GE

3GF

3GG

3GH

3GI

3GJ

3GK

3GL

3GM

3GN

3GO

3GP

3GQ

3GR

3GS

3GT

3GU

3GV

3GW

3GX

3GY

3GZ

3HA

3HB

3HC

3HD

3HE

3HF

3HG

3HH

3HI

3HJ

3HK

3HL

3HM

3HN

3HO

3HP

3HQ

3HR

3HS

3HT

3HU

3HV

3HW

3HX

3HY

3HZ

3IA

3IB

3IC

3ID

3IE

3IF

3IG

3IH

3II

3IJ

3IK

3IL

3IM

3IN

3IO

3IP

3IQ

3IR

3IS

3IT

3IU

3IV

3IW

3IX

3IY

3IZ

3JA

3JB

3JC

3JD

3JE

3JF

3JG

3JH

3JI

3JJ

3JK

3JL

3JM

3JN

3JO

3JP

3JQ

3JR

3JS

3JT

3JU

3JV

3JW

3JX

3JY

3JZ

3KA

3KB

3KC

3KD

3KE

3KF

3KG

3KH

3KI

3KJ

3KK

3KL

3KM

3KN

3KO

3KP

3KQ

3KR

3KS

3KT

3KU

3KV

3KW

3KX

3KY

3KZ

3LA

3LB

3LC

3LD

3LE

3LF

3LG

3LH

3LI

3LJ

3LK

3LL

3LM

3LN

3LO

侧与左肾Gates-GFR呈显著负相关关系($r=-0.515$, $P<0.001$), PrFT-R侧与右肾Gates-GFR呈显著负相关关系($r=-0.413$, $P<0.001$), 这与既往研究结果一致^[9,14,15], 强烈表明随着肾周脂肪厚度的增加, 肾小球滤过率降低。肾周脂肪对肾功能的影响可能有以下几种机制: 肾血流动力学的异常可能是主要因素^[16], 过多的肾周脂肪可以渗入肾窦, 压迫肾血管和肾实质, 导致肾静水压力升高^[17], 肾脏血流量减少, 致密斑细胞前或致密斑处肾小管对氯化钠的重吸收增加, 导致这些细胞的氯化钠浓度降低, 进而向肾传入小动脉发出信号, 引起血管扩张、GFR和肾血流量的代偿性增加, 以及激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统(RAAS), RAAS的激活进一步促进了高血压、胰岛素抵抗、动脉粥样硬化和其他与肥胖相关的不良生理效应^[18]。其次, 既往在高脂饮食诱导的小鼠实验中提出肾周脂肪对肾功能的影响还可以假设是由于炎症机制, 肾周脂肪可以合成释放炎症因子, 如瘦素、肿瘤坏死因子- α 、白介素-6等, 并且具有抗炎作用的脂联素生成减少^[19], 肾周脂肪分泌的瘦素与其他脂肪因子和细胞因子一起促进肾血管重塑, 导致肾小球内皮细胞增殖、氧化应激和纤维化的产生^[20]。另外有研究显示, 肾旁和肾周脂肪释放的过量游离脂肪酸通过增加细胞内脂肪酸代谢产物逃逸到肾脏, 导致肾脏脂毒性^[15]。作者描述了游离脂肪酸对内皮功能的直接作用, 导致足细胞NO水平下降和血管内皮生长因子合成增加, 从而导致内皮细胞增殖和通透性增加, 并导致微量白蛋白尿。

此外, 我们还发现与低分位PrFT组和中分位PrFT组的人相比, 高分位PrFT组的TG、Scr、UA明显增加, 而HDL、eGFR、左肾Gates-GFR、右肾Gates-GFR降低, 差异均具有统计学意义(P 均 <0.05)。PrFT厚度与血尿酸水平呈正相关, 与血清高密度脂蛋白水平呈负相关, 这些结果再次与之前的研究一致^[21-22], 越来越多的证明表明肾周脂肪与新陈代谢之间具有关联性。肾周脂肪具有完整的血液供应、淋巴液引流、神经支配系统, 使其不同于其它传统的结缔组织, 而有着与其它内脏器官相似的功能^[23], 可以通过神经反射、脂肪因子分泌、脂肪细胞相互作用和旁分泌物质来调节代谢系统^[24-25], 这些特殊的生理和解剖学特征为肾周脂肪参与代谢综合征的调节提供了基础。

本研究利用CT更为准确客观地测量肾周脂肪厚度, 但存在一定的局限性。首先, 我们的样本量很小, 其次, 这是一项横断面研究, 因此我们不能明确的建立因果关系, 需要进一步的纵向和更大样本量的研究来证实肾周脂肪厚度与肾功能的关系。

综上所述, 肾脏周围脂肪与肾脏功能关系密切, 提示了肾周脂肪对肾脏的影响, 可以为临床医生评估肾周脂肪的重要性以及评估肾周脂肪与肾病之间的关系提供额外的参考。

参考文献

- [1] Neeland I J, Ross R, Després J-P, et al. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement[J]. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 2019, 7(9): 715-725.
- [2] Guo X L, Tu M, Chen Y, et al. Perirenal fat thickness: a surrogate marker for metabolic syndrome in Chinese newly diagnosed type 2 diabetes[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 850334.
- [3] Yuvaraj J, Isa M, Che Z C, et al. Atherogenic index of plasma is associated with epicardial adipose tissue volume assessed on coronary computed tomography angiography[J]. *Sci Rep*, 2022, 12(1): 9626.
- [4] Koo B K, Denenberg J O, Wright C M, et al. Associations of perirenal fat thickness with renal and systemic calcified atherosclerosis[J]. *Endocrinol Metab (Seoul)*, 2020, 35(1): 122-131.
- [5] Garofalo C, Borrelli S, Minutolo R, et al. A systematic review and meta-analysis suggests obesity predicts onset of chronic kidney disease in the general population[J]. *Kidney Int*, 2017, 91(5): 1224-1235.
- [6] Kang S H, Cho K H, Park J W, et al. Association of visceral fat area with chronic kidney disease and metabolic syndrome risk in the general population: analysis using multi-frequency bioimpedance[J]. *Kidney Blood Press Res*, 2015, 40(3): 223-230.

- [7] Favre G, Grangeon-Chapon C, Raffaelli C, et al. Perirenal fat thickness measured with computed tomography is a reliable estimate of perirenal fat mass[J]. *PLoS One*, 2017, 12(4): e0175561.
- [8] Davidiuk A J, Parker A S, Thomas C S, et al. Mayo adhesive probability score: an accurate image-based scoring system to predict adherent perinephric fat in partial nephrectomy[J]. *Eur Urol*, 2014, 66(6): 1165-1171.
- [9] Bragina capital A C I E C, Osadchiy K K, Rodionova J N, et al. Pararenal fat and renal dysfunction in patients without significant cardiovascular disease[J]. *Am J Nephrol*, 2022, 53(5): 416-422.
- [10] Neeland I J, Poirier P, Després J P. Cardiovascular and metabolic heterogeneity of obesity: clinical challenges and implications for management[J]. *Circulation*, 2018, 137(13): 1391-1406.
- [11] Liu B X, Sun W, Kong X Q. Perirenal fat: a unique fat pad and potential target for cardiovascular disease[J]. *Angiology*, 2019, 70(7): 584-593.
- [12] Chau Y Y, Bandiera R, Serrels A, et al. Visceral and subcutaneous fat have different origins and evidence supports a mesothelial source[J]. *Nat Cell Biol*, 2014, 16(4): 367-375.
- [13] Coffin A, Boulay-Coletta I, Sebbag-Sfz D, et al. Radioanatomy of the retroperitoneal space[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2015, 96(2): 171-186.
- [14] Lamacchia O, Nicastro V, Camarcho D, et al. Para- and perirenal fat thickness is an independent predictor of chronic kidney disease, increased renal resistance index and hyperuricaemia in type-2 diabetic patients[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2011, 26(3): 892-898.
- [15] Sun X, Han F, Miao W, et al. Sonographic evaluation of para- and perirenal fat thickness is an independent predictor of early kidney damage in obese patients[J]. *Int Urol Nephrol*, 2013, 45(6): 1589-1595.
- [16] Spit K A, Muskiet M H A, Tonneijck L, et al. Renal sinus fat and renal hemodynamics: a cross-sectional analysis[J]. *MAGMA*, 2020, 33(1): 73-80.
- [17] Shen F C, Cheng B C, Chen J F. Peri-renal fat thickness is positively associated with the urine albumin excretion rate in patients with type 2 diabetes[J]. *Obes Res Clin Pract*, 2020, 14(4): 345-349.
- [18] Hall J E, do Carmo J M, da Silva A A, et al. Obesity, kidney dysfunction and hypertension: mechanistic links[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2019, 15(6): 367-385.
- [19] 杨永, 李梓玉, 黄炜, 等. 高脂饮食诱导的肥胖相关肾病C57BL/6J小鼠模型肾周脂肪炎症及机制初探[J]. *中华肾脏病杂志*, 2022, 38(2): 126-133.
- [20] Li H, Li M, Liu P, et al. Telmisartan ameliorates nephropathy in metabolic syndrome by reducing leptin release from perirenal adipose tissue[J]. *Hypertension*, 2016, 68(2): 478-490.
- [21] Jiang M, Li M, Liu C, et al. Perirenal fat volume is positively associated with serum uric acid levels in Chinese adults[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 865009.
- [22] Ke J, Wang Y, Liu S, et al. Relationship of para and perirenal fat and high-Density lipoprotein and its function in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Int J Endocrinol*, 2021, 2021: 9286492.
- [23] Kim J H, Han E H, Jin Z W, et al. Fetal topographical anatomy of the upper abdominal lymphatics: its specific features in comparison with other abdominopelvic regions[J]. *Anat Rec (Hoboken)*, 2012, 295(1): 91-104.
- [24] Xiong X Q, Chen W W, Han Y, et al. Enhanced adipose afferent reflex contributes to sympathetic activation in diet-induced obesity hypertension[J]. *Hypertension*, 2012, 60(5): 1280-1286.
- [25] Hall J E, do Carmo J M, da Silva A A, et al. Obesity-induced hypertension: interaction of neurohumoral and renal mechanisms[J]. *Circ Res*, 2015, 116(6): 991-1006.

(收稿日期: 2022-11-09)

(校对编辑: 韩敏求)