

基于 *Logistic* 回归分析及 ROC 曲线评估 LAP 对 PCOS 糖代谢状态的预测价值

张美微 侯丽辉 李 妍

摘 要 **目的** 探讨多囊卵巢综合征 (polycystic ovary syndrome, PCOS) 患者不同糖代谢状态下一般临床特征、脂代谢及新型体脂指数的差异性,并基于 *Logistic* 回归分析及 ROC 曲线评估脂质蓄积指数 (LAP) 对 PCOS 患者糖代谢状态的预测价值。**方法** 回顾性分析黑龙江中医药大学附属第一医院妇科门诊临床科研信息一体化系统 PCOS 病例 800 例,时间节点为 2015 年 7 月 ~ 2019 年 5 月,根据 1999 年 WHO 制定的糖代谢状态分类标准分为 3 组,即正常糖代谢组 (NGT 组) 497 例、糖代谢受损组 (IGT 组) 248 例及糖尿病组 (T2DM 组) 55 例。**结果** T2DM 组及 IGT 组的年龄、BMI、WC、HC 及 WHR 显著高于 NGT 组, T2DM 组的 BMI 及 HC 显著高于 IGT 组 ($P < 0.05$); T2DM 组及 IGT 组的 HOMA-IR、TG、TC、LDL、Apo-B、LAP 及 VAI 均显著高于 NGT 组, HDL 显著低于 NGT 组, T2DM 组的 HOMA-IR、TG、TC、LDL、Apo-B、LAP 及 VAI 显著高于 IGT 组 ($P < 0.05$); 经多因素 *Logistic* 回归分析,最终确定 PCOS 患者 IGT 的回归方程为 $\text{Logit}(P) = -1.518 + 0.012 \text{ LAP}$, 对 *Logistic* 回归分析模型中的 LAP 值为检验变量做 ROC 曲线,曲线下面积为 0.714,约登指数为 0.329,临界值为 41.905。经多因素 *Logistic* 回归分析,确定 PCOS 患者 T2DM 的回归方程为 $\text{Logit}(P) = -3.606 + 0.014 \text{ LAP}$, 对 *Logistic* 回归分析模型中的 LAP 值为检验变量做 ROC 曲线,曲线下面积为 0.797,约登指数为 0.463,临界值为 43.43。**结论** PCOS 患者不同糖代谢状态下一般临床特征及糖脂代谢存在差异性,且伴随糖代谢状态的进展而加重;基于 *Logistic* 回归分析及 ROC 曲线评估 LAP 对 PCOS 患者糖代谢状态的预测价值,建立回归方程,提高对 PCOS 患者糖代谢状态的预测效能及诊断的敏感度和特异性,临床应用价值较高。

关键词 多囊卵巢综合征 脂质蓄积指数 *Logistic* 回归分析 受试者工作特征曲线 糖代谢状态

中图分类号 R711.75

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2020.03.014

Evaluation of Predictive Value of LAP on Glucose Metabolism of PCOS based on *Logistic* Regression Analysis and ROC Curve. Zhang Meiwei, Hou Lihui, Li Yan. Heilongjiang University of Chinese Medicine, Heilongjiang 150040, China

Abstract Objective To explore the differences in general clinical characteristics, lipid metabolism and new body fat index of patients with polycystic ovary syndrome under different glucose metabolism status, and to evaluate the predictive value of LAP on glucose metabolism status in PCOS patients based on *Logistic* regression and ROC curve. **Methods** A retrospective analysis of 800 cases of PCOS cases in the integrated clinical research information system of gynecology clinic of the First Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, time node is from July 2015 to May 2019, according to the glucose metabolism status classification standard established by the WHO in 1999, they were divided into three groups: 497 in the normal glucose metabolism group, 248 in the impaired glucose metabolism group, and 55 in the diabetes group. **Results** The Age, BMI, WC, HC and WHR of the T2DM group and IGT group were significantly higher than those of NGT group, and the BMI and HC of T2DM group were significantly higher than those of IGT group ($P < 0.05$); The HOMA-IR, TG, TC, LDL, Apo-B, LAP, and VAI of the T2DM group and the IGT group were significantly higher than the NGT group, and the HDL was significantly lower than the NGT group. HOMA-IR, TG, TC, LDL, Apo-B, LAP, and VAI were significantly higher in the T2DM group than in the IGT group ($P < 0.05$); After multivariate *Logistic* regression analysis, the regression equation of IGT in PCOS patients was finally determined as: $\text{Logit}(P) = -1.518 + 0.012 \text{ LAP}$. The ROC curve of the LAP value in the *Logistic* regression analysis model was used as the test variable, the area under the curve is 0.714, the Jordan Index is 0.329, and the critical value is 41.905; After multivariate *Logistic* regression analysis, the regression equation of T2DM in PCOS patients was determined as: $\text{Logit}(P) = -3.606 + 0.014 \text{ LAP}$. The ROC curve of the LAP value in the *Logistic* regression analysis model was used as the test variable, the area under the curve is 0.797, the Jordan Index is 0.463, and the critical value is 43.43. **Conclusion** There are differ-

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金资助项目(81804139);国家中医临床研究基地业务建设第二批科研专项基金资助项目(JDZX2015056)

作者单位:150040 哈尔滨,黑龙江中医药大学(张美微);150040 哈尔滨,黑龙江中医药大学附属第一医院妇产科(侯丽辉、李妍)

通讯作者:侯丽辉,电子信箱:404443615@qq.com

ences in the general clinical characteristics and glucose and lipid metabolism of patients with PCOS under different glucose metabolism states, and they are aggravated with the progress of glucose metabolism states. Logistic regression and ROC curve were used to evaluate the predictive value of LAP on the glucose metabolism status of PCOS patients, and a regression equation was established, in order to improve the predictive power of glucose metabolism status in PCOS patients and the sensitivity and specificity of diagnosis, it has higher clinical application value.

Key words Polycystic ovary syndrome; LAP; Logistic regression analysis; ROC curve; Glycometabolism state

多囊卵巢综合征 (polycystic ovary syndrome, PCOS) 主要表现为稀发排卵或无排卵的生殖功能障碍、高雄激素血症 (hyperandrogenism, HA) 或临床高雄、超声下卵巢呈多囊状态, 1935 年 Stein 等提出 PCOS 概念并加以描述^[1]。目前国际上使用的诊断标准为 2003 年欧洲生殖和胚胎医学学会与美国生殖医学学会提出的 Rotterdam 标准^[2]。根据 Rotterdam 标准的流行病学调查结果显示 PCOS 人群中患病率达 6% ~ 10%, 中国不育群体中 PCOS 的患病率为 30% ~ 40%^[3,4]。PCOS 患者除表现出生殖功能障碍外, 同时伴有严重程度不等的代谢异常, 如高脂血症、高胰岛素血症、胰岛素抵抗 (insulin resistance, IR)、糖耐量受损 (impaired glucose tolerance, IGT)、2 型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM) 等, 严重者发生心血管疾病、子宫内膜癌等远期并发症。从体征上看 PCOS 可表现为肥胖型和非肥胖型, 其中尤以肥胖者居多, 这部分患者多伴有糖代谢异常, Barcellos 等^[5]研究表明, PCOS 患者中糖耐量异常的发生率高达 31.8% ~ 45.0%, PCOS 患者与正常女性比较, IGT 的发生率高达 3 倍、T2DM 的发生率高达 6 倍, IGT 作为 T2DM 发展过程中的重要阶段而存在, 并以每年 5% ~ 10% 的比例自然发展为 T2DM, 且随着糖代谢状态的发展, 糖尿病前期尚可反转, 而发展到糖尿病阶段则无法反转。

近年来研究者们提出两个新型体脂指数, 即脂质蓄积指数 (lipid storage index, LAP) 和内脏脂肪指数 (visceral adipose index, VAI), 二者是继腰围 (waist circumference, WC)、体重指数 (body mass index, BMI) 及血脂指标之后, 更能综合系统的用于评估 PCOS 患者体脂分布及间接反映糖代谢状态的指标。研究证实, VAI 可作为一个初筛 PCOS 患者有无糖尿病危险因素的有效工具, LAP、VAI 可作为一个早期识别 PCOS 中可发展成 IR 和预测心血管代谢相关性疾病的指标, 并且有助于评估瘦型 PCOS 女性的高雄激素血症^[6]。在阿根廷开展的一项横断面研究结果显示, LAP 与 VAI 是评估育龄期 PCOS 患者 IR 的代表性标

志物, 无论是否合并高雄激素血症^[7]。本研究回顾性分析黑龙江中医药大学附属第一医院妇科门诊临床科研信息一体化系统 PCOS 病例 800 例, 时间节点为 2015 年 7 月 ~ 2019 年 5 月, 根据 1999 年 WHO 制定的糖代谢状态分类标准分为 NGT 组、IGT 组及 T2DM 组, 分析 3 组患者一般临床特征、糖脂代谢相关指标的差异, 并基于 Logistic 回归分析及 ROC 曲线评估新型体脂指数 LAP 对 PCOS 患者糖代谢状态的预测价值, 提高对 PCOS 患者糖代谢状态的预测效能及诊断的敏感度和特异性。

对象与方法

1. 研究对象: 本研究共纳入 PCOS 患者 800 例, 病例均来源于黑龙江中医药大学附属第一医院妇科门诊临床科研信息一体化系统, 时间节点为 2015 年 7 月 ~ 2019 年 5 月, 根据 1999 年 WHO 制定的糖代谢状态分类标准, 将 800 例 PCOS 患者分为 3 组, 即 NGT 组 497 例、糖 IGT 组 248 例及 T2DM 组 55 例。

2. 诊断标准: PCOS 诊断标准参照 2003 年鹿特丹诊断标准^[2]: ①稀发排卵或无排卵; ②高雄激素血症或高雄激素临床表现; ③超声卵巢多囊改变: 至少一侧卵巢有直径 2 ~ 9mm 的小卵泡 ≥ 12 个, 和 (或) 一侧或卵巢体积 $\geq 10\text{cm}^3$; ④3 项中符合 2 项并排除其他高雄激素病因, 如先天性肾上腺皮质增生、库欣综合征、分泌雄激素的肿瘤。

3. 分组标准: 不同糖代谢状态诊断标准参照 1999 年 WHO 制定的糖代谢分类标准: 正常糖代谢组 (NGT 组): $G_0 < 6.1\text{mmol/L}$ 且 $G_{120} < 7.8\text{mmol/L}$; 糖代谢异常组 (IGT 组): $G_0 6.1 \sim 7.0\text{mmol/L}$ 和 (或) $G_{120} 7.8 \sim 11.1\text{mmol/L}$; 糖尿病组 (T2DM 组): $G_0 \geq 7.0\text{mmol/L}$ 和 (或) $G_{120} \geq 11.1\text{mmol/L}$, 同时排除其他应激、药物因素引起血糖增高。

4. 观察指标: (1) 临床资料指标: 年龄、BMI、WC、臀围 (hip circumference, HC)、腰臀比 (WHR)。(2) 糖代谢指标: 受试者空腹 8h 以上进行口服葡萄糖耐量试验 (OGTT) 和胰岛素释放试验: 测定其空腹 (G_0/I_0) 及服糖后 30min (G_{30}/I_{30})、60min (G_{60}/I_{60})、120min

(G_{120}/I_{120})、180min(G_{180}/I_{180})的血糖和胰岛素水平,并计算胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)。(3)脂代谢指标:总胆固醇(cholesterol total, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白(high density lipoprotein, HDL)、低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)、载脂蛋白A(apolipoproteinA, ApoA)及载脂蛋白B(apolipoproteinA, ApoB),并计算LAP及VAI。

5. 计算公式:胰岛素抵抗指数(HOMA-IR) = $G_0 \times I_0 / 22.5$; $LAP = (WC - 58) \times TG^{[8]}$; $VAI = WC / 36.58 + (1.89 \times BMI)(TG/0.81)(1.52/HDL)$ 。

6. 统计学方法:采用SPSS 19.0统计学软件对数据进行统计分析,计量资料数据以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示;多组样本均数比较,符合正态分布的采

用单因素方差分析(One-way ANOVA),不符合正态分布的采用非参数检验;采用Logistic回归分析筛选PCOS患者不同糖代谢状态的危险因素,并构建回归方程,绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC),计算曲线下面积,评估各指标的预测效能,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1.3组患者一般临床特征的比较:3组患者年龄、BMI、WC、HC及WHR比较,差异有统计学意义,且T2DM组及IGT组的年龄、BMI、WC、HC及WHR显著高于NGT组,T2DM组的BMI及HC显著高于IGT组($P < 0.05$),详见表1。

表1 3组患者一般临床特征的比较($\bar{x} \pm s$)

观察指标	NGT组($n=497$)	IGT组($n=248$)	T2DM组($n=55$)	<i>F</i>	<i>P</i>
年龄(岁)	25.86 $\pm$ 4.46	27.22 $\pm$ 4.56 [*]	28.24 $\pm$ 4.70 [*]	12.19	0.000
BMI(kg/m ²)	25.34 $\pm$ 3.71	28.39 $\pm$ 4.19 [*]	30.23 $\pm$ 3.87 ^{*#}	76.95	0.000
WC(cm)	86.80 $\pm$ 10.21	95.45 $\pm$ 12.08 [*]	98.30 $\pm$ 8.91 [*]	72.26	0.000
HC(cm)	100.33 $\pm$ 7.87	104.37 $\pm$ 8.93 [*]	107.76 $\pm$ 9.09 ^{*#}	33.34	0.000
WHR	0.86 $\pm$ 0.06	0.92 $\pm$ 0.07 [*]	0.91 $\pm$ 0.05 [*]	64.47	0.000

与NGT组比较,^{*} $P < 0.05$;与IGT组比较,[#] $P < 0.05$

2.3组患者糖脂代谢指标的比较:3组患者HOMA-IR、TG、TC、HDL、LDL、Apo-B、LAP及VAI比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),且T2DM组及IGT组的HOMA-IR、TG、TC、LDL、Apo-B、LAP及VAI

均显著高于NGT组,HDL显著低于NGT组,T2DM组的HOMA-IR、TG、TC、LDL、Apo-B、LAP及VAI显著高于IGT组($P < 0.05$);3组患者Apo-A比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),详见表2。

表2 3组患者糖脂代谢指标的比较($\bar{x} \pm s$)

观察指标	NGT组($n=497$)	IGT组($n=248$)	T2DM组($n=55$)	<i>F</i>	<i>P</i>
HOMA-IR	2.63 $\pm$ 0.95	5.40 $\pm$ 3.86 [*]	8.71 $\pm$ 4.33 ^{*#}	204.06	0.000
TG(mmol/L)	1.33 $\pm$ 0.88	1.97 $\pm$ 1.16 [*]	2.65 $\pm$ 1.83 ^{*#}	57.23	0.000
TC(mmol/L)	4.52 $\pm$ 0.80	4.90 $\pm$ 0.83 [*]	5.25 $\pm$ 0.88 ^{*#}	31.74	0.000
HDL(mmol/L)	1.30 $\pm$ 0.30	1.21 $\pm$ 0.41 [*]	1.12 $\pm$ 0.25 [*]	11.85	0.000
LDL(mmol/L)	2.79 $\pm$ 0.66	3.17 $\pm$ 0.71 [*]	3.45 $\pm$ 0.83 ^{*#}	41.57	0.000
Apo-A(g/L)	1.36 $\pm$ 0.22	1.33 $\pm$ 0.20	1.34 $\pm$ 0.20	1.47	0.230
Apo-B(g/L)	0.86 $\pm$ 0.20	1.02 $\pm$ 0.23 [*]	1.13 $\pm$ 0.24 ^{*#}	72.90	0.000
LAP	40.99 $\pm$ 35.11	75.12 $\pm$ 51.61 [*]	105.11 $\pm$ 65.07 ^{*#}	89.21	0.000
VAI	3.46 $\pm$ 1.27	4.49 $\pm$ 1.67 [*]	5.56 $\pm$ 2.82 ^{*#}	69.43	0.000

与NGT组比较,[#] $P < 0.05$;与IGT组比较,^{*} $P < 0.05$

3. 新型体脂指数与IGT发病的Logistic回归分析及ROC曲线:将经单因素方差分析结果显示3组差异有统计学意义的指标LAP及VAI同时与IGT是否发病进行多因素Logistic回归分析。LAP进入PCOS患者IGT回归方程,最终确定PCOS患者IGT的回归方程为 $\text{Logit}(P) = -1.518 + 0.012 \text{ LAP}$,详见表3。

对Logistic回归分析模型中的LAP值为检验变量做ROC曲线,从图1可以看出模型可较好地预测是否发生IGT,ROC曲线下面积为0.714,约登指数(Youden index)为0.329,并预测发生IGT时LAP的最佳临界值为41.905。

表 3 胰岛 β 细胞功能相关评估指标与 IGT 发病因素 Logistic 回归分析

因素	β	SE	Walds	df	P	OR	95% CI
LAP	0.012	0.002	46.592	1	0.000	1.012	1.009 ~ 1.016
常量	-1.518	0.132	131.518	1	0.000	0.219	

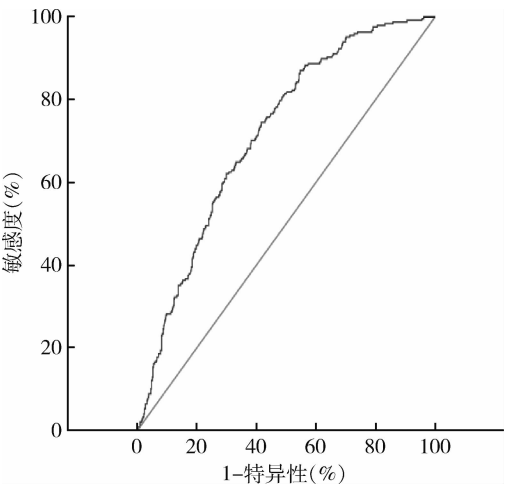


图 1 ROC 工作曲线 (曲线下面积 = 0.714)

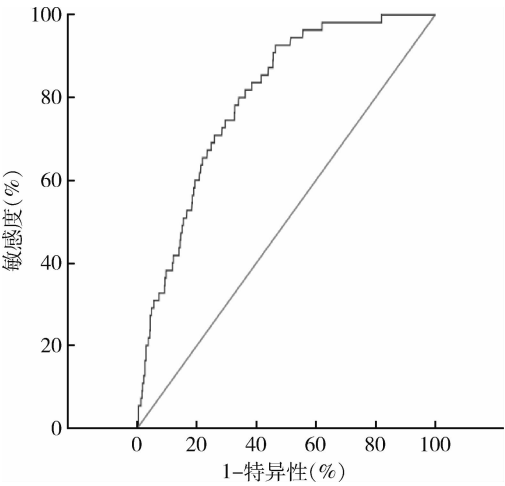


图 2 ROC 工作曲线 (曲线下面积 = 0.797)

4. 新型体脂指数与 T2DM 发病的 Logistic 回归分析及 ROC 曲线:将经单因素方差分析结果显示 3 组比较,差异有统计学意义的指标 LAP 及 VAI 同时与 T2DM 是否发病进行多因素 Logistic 回归分析。LAP 进入 PCOS 患者 T2DM 回归方程,最终确定 PCOS 患者 T2DM 的回归方程为 $\text{Logit}(P) = -3.606 + 0.014 \text{LAP}$,详见表 4。对 Logistic 回归分析模型中的 LAP 值为检验变量做 ROC 曲线,从图 2 可以看出模型可较好地预测是否发生 T2DM,ROC 曲线下面积为 0.797,约登指数为 0.463,并预测发生 T2DM 时 LAP 的最佳临界值为 43.43。

表 4 胰岛 β 细胞功能相关评估指标与 T2DM 发病因素 Logistic 回归分析

因素	β	SE	Walds	df	P	OR	95% CI
LAP	0.014	0.002	42.043	1	0.000	1.014	1.010 ~ 1.018
常量	-3.606	0.236	233.255	1	0.000	0.027	

讨 论

Logistic 回归分析为非线性概率的预测模型,其特点是一种能够研究分类观察结果和一些协变量之间的多变量分析方法^[9]。ROC 曲线是反映敏感度和特异性连续变量的综合指标,是用构图法揭示敏感度和特异性的相互关系,它通过将连续变量设定出多个不同的临界值,从而计算出一系列敏感度和特异性,再以敏感度为纵坐标、1 - 特异性为横坐标绘制成曲线,曲线下面积越大,诊断准确性越高。

一项研究结果显示,美国人对糖尿病前期的知晓率仅有 7%,而相似的研究在中国进行结果显示其比例相对更低^[10]。PCOS 患者在疾病进展过程中会发生不同程度的糖代谢异常,对于此类高危人群在首次就诊时进行筛查尤其重要,将大大减少糖尿病的发生率。Hirani^[11]的研究指出,肥胖对血糖的影响并不仅与脂肪的含量相关,更与脂肪的分布密切相关。LAP 是 Kahn^[12]提出的一种新型体脂指数,通过对美国国家营养学调查数据的研究发现,LAPBMI 更能识别心血管事件风险,且其对脂质蓄积水平的评估更胜于 WC、BMI 等测量指标。这个指标结合了反映内脏脂肪蓄积的腰围和反映血脂情况的甘油三酯两项指标,将测量指标与实验室指标相结合,更加全面地评估体内脂质蓄积情况。

脂肪组织功能复杂,因其解剖分布的不同其功能也不同,那么定义和量化特定环境中可能代表某些生理危险的脂质积累,就有助于更深入地认识脂肪组织在疾病的病理生理过程中的作用及其在预测疾病发生风险上的价值。腹型肥胖与高 TG 与 IR、胰岛细胞损失关系十分密切,因此与 WC 及 WHtR 比较,LAP 能够更加准确地预测 PCOS 患者的糖代谢状态,研究证实 LAP 预测糖尿病前期发生的效能优于 WC、WHtR^[13]。目前研究已经逐渐认识到脂肪分布模式是心血管和代谢性疾病的独立危险因素,而既往国内外对体脂分布的研究仅局限于 WC、WHR、腰高比等少数传统指标的分析,研究显示 PCOS 患者中 LAP 与 IS 下降相关,且 LAP 较 WC 能更好的反映 IR^[14,15]。LAP 不仅反映了腹型肥胖,还综合反映了血脂水平。

TG 作为影响血糖水平的关键因素,它可导致胰岛素抵抗及胰岛功能损伤。POCS 患者中 LAP 高者,其 MS 发生率和心血管疾病相关的诸多高危因素,如 BMI、FPG、TC、LDL-C、血压、缺乏锻炼、吸烟等也增高,LAP 可成为一个预测 PCOS 患者代谢性和心血管疾病风险的简便而有效的指标。

本研究结果显示,LAP 是评估 PCOS 患者糖代谢状态的独立危险因素,对 IGT 及 T2DM 具有一定的预测价值。3 组 PCOS 患者不同糖代谢状态下一般临床特征、脂代谢及新型体脂指数进行单因素方差分析,年龄、BMI、WC、HC、WHR、HOMA-IR、TG、TC、HDL、LDL、Apo-B、LA 及 VAI 比较,差异有统计学意义 ($P < 0.05$);经多因素 Logistic 回归分析,最终确定 PCOS 患者 IGT 的回归方程为 $\text{Logit}(P) = -1.518 + 0.012\text{LAP}$,对 Logistic 回归分析模型中的 LAP 值为检验变量做 ROC 曲线,曲线下面积为 0.714,约登指数为 0.329,临界值为 41.905。经多因素 Logistic 回归分析,确定 PCOS 患者 T2DM 的回归方程为 $\text{Logit}(P) = -3.606 + 0.014\text{LAP}$,对 Logistic 回归分析模型中的 LAP 值为检验变量做 ROC 曲线,曲线下面积为 0.797,约登指数为 0.463,并预测发生 T2DM 时 LAP 的最佳临界值为 43.43。采用最大似然比法及 Hosmer-Lemeshow 拟合度验证两组模型稳定性及预测性均良好。

参考文献

- Stein IF, Leventhal MI. Amenorrhea associated with bilateral polycystic ovaries[J]. Am J Obstet Gynecol, 1935, 29:181-191
- Rotterdam ESHRE/ASRM - Sponsored PCOS consensus workshop group. Revised 2003 consensus on diagnostic criteria and longterm health risks related to polycystic ovary syndrome(PCOS) [J]. Hum Reprod, 2004, 19(1):41-47
- Azziz R, Woods KS, Reyna R, et al. The prevalence and features of the polycystic ovary syndrome in an unselected population[J]. J Clin

Endocrinol Metab, 2004, 89(6):2745-2749

- 陈子江. 多囊卵巢综合征相关病因及临床研究—来自山东大学生殖医学中心的报告[J]. 生殖医学杂志, 2007, 4:232-235
- Barcellos CRG, Rocha MP, Hayashida SAY, et al. Prevalence of abnormalities of glucose metabolism in patients with polycystic ovary syndrome[J]. Arquivos Brasil Endocrinol Metab, 2007, 51(4):601-605
- Amato MC, Magistro A, Gambino G, et al. Visceral adiposity index and DHEAS are useful markers of diabetes risk in women with polycystic ovary syndrome. [J]. Eur J Endocrinol, 2014, 172(1):79-88
- Abruzzese GA, Cerrone GE, Gamez JM, et al. Lipid accumulation product (LAP) and visceral adiposity index (VAI) as markers of insulin resistance and metabolic associated disturbances in young argentine women with polycystic ovary syndrome[J]. Hormone Metab Res, 2016, 49(1):23-29
- Vrbíková J, Cífková R, Jirkovská A, et al. Cardiovascular risk factors in young Czech females with polycystic ovary syndrome[J]. Human Reprod, 2003, 18(5):980-984
- Yu FF, Liu H, Guo X. Integrative multivariate logistic regression analysis of risk factors for Kashin-Beck disease[J]. Biol Trace Element Res, 2016, 174(2):274-279
- 冯波, 钱巧慧, 李翔, 等. 社区自然人群糖调节受损者 5 年转归及其影响因素[J]. 中国糖尿病杂志, 2010, 2(2):101-105
- Hirani V. Generalised and abdominal adiposity are important risk factors for chronic disease in older people: Results from a nationally representative survey[J]. J Nutr Health Aging, 2011, 15(6):469-478
- Kahn HS. Correction: The "lipid accumulation product" performs better than the body mass index for recognizing cardiovascular risk: a population-based comparison[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2006, 6(1):5
- 张一倩. 腰围、腰高比、脂质蓄积指数对大连地区 40 岁以上女性新发糖尿病前期的预测价值[D]. 大连:大连医科大学, 2018
- Nascimento JX, Chein MB, de Sousa RM, et al. Importance of lipid accumulation product index as a marker of CVD risk in PCOS women [J]. Lipids Health Dis, 2015, 14(1):62-70
- Androulakis II, Kandaraki E, Christakou C, et al. Visceral adiposity index (VAI) is related to the severity of anovulation and other clinical features in women with polycystic ovary syndrome[J]. Clin Endocrinol, 2014, 81(3):426-431

(收稿日期:2019-07-04)

(修回日期:2019-08-01)

(接第 89 页)

- Danford CJ, Lai M. NAFLD: a multisystem disease that requires a multidisciplinary approach [J]. Frontline Gastroenterol, 2019, 10(4):328-329
- Commission CP. Chinese pharmacopoeia[M]. Beijing:China Medical Science Press, 2010:228
- Xiong WT, Gu L, Wang C, et al. Anti-hyperglycemic and hypolipidemic effects of Cistanche tubulosa in type 2 diabetic db/db mice[J]. J Ethnopharmacol, 2013, 150(3):935-945
- Nassir F, Ibdah JA. Sirtuins and nonalcoholic fatty liver disease[J]. World J Gastroenterol, 2016, 22(46):10084-10092
- Tobita T, Guzman-Lepe J, Takeishi K, et al. SIRT1 disruption in human fetal hepatocytes leads to increased accumulation of glucose and lipids[J]. PLoS One, 2016, 11(2):e1039272
- Sadeghabadi ZA, Nourbakhsh M, Pasalar P, et al. Reduced gene ex-

pression of sirtuins and active AMPK levels in children and adolescents with obesity and insulin resistance[J]. Obesity Res Clin Pract, 2018, 12(2):167-173

- Price NL, Gomes AP, Ling AJ, et al. SIRT1 is required for AMPK activation and the beneficial effects of resveratrol on mitochondrial function[J]. Cell Metab, 2012, 15(5):675-690
- Purushotham A, Schug TT, Xu Q, et al. Hepatocyte-specific deletion of SIRT1 alters fatty acid metabolism and results in hepatic steatosis and inflammation[J]. Cell Metab, 2009, 9(4):327-338
- Lynch MR, Tran MT, Parikh SM. PGC1 α in the kidney[J]. Am J Physiol - Renal Physiol, 2018, 314(1):F1-F8
- Kersten S, Stienstra R. The role and regulation of the peroxisome proliferator activated receptor alpha in human liver [J]. Biochimie, 2017, 136:75-84

(收稿日期:2019-07-24)

(修回日期:2019-09-19)