

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.08.002

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail//50.1097.r.20230131.1534.006.html\(2023-02-11\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail//50.1097.r.20230131.1534.006.html(2023-02-11))

血浆致动脉硬化指数与绝经后女性高血压患者 颈动脉硬化的相关性及其诊断价值*

王雪华¹, 祖可来·艾力江¹, 李红建^{2△}, 吕忠英², 邹婷², 托合提古丽·亚森¹, 米日班·买买提明¹

(1. 新疆医科大学研究生院, 乌鲁木齐 830011; 2. 新疆医科大学第五附属医院高血压科, 乌鲁木齐 830011)

[摘要] **目的** 研究血浆致动脉粥样硬化指数(AIP)是否为绝经后高血压患者颈动脉硬化的独立危险因素。**方法** 选取2019年6月至2021年6月因高血压收住新疆医科大学第五附属医院的绝经后女性高血压患者303例进行回顾性研究,以颈部血管超声结果提示有无颈动脉斑块进行分组,分为绝经后高血压合并颈动脉硬化组(观察组, $n=187$)、单纯绝经后高血压组(对照组, $n=115$),检测并比较2组患者的一般资料,以及总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白(HDL-C)、低密度脂蛋白(LDL-C)、脂蛋白a、血清肌酐(Scr)、血尿素氮(BUN)、尿酸(SUA)、胱抑素C(CysC)、同型半胱氨酸(Hcy)、空腹血糖(FBG)等指标,并计算血浆AIP。使用多因素logistic回归方法分析AIP及其他传统危险因素对颈动脉硬化的影响。**结果** 观察组患者的年龄、腰围、平均舒张压、TC、TG、AIP、LDL-C、脂蛋白a、FBG、有糖尿病史比例明显高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。校正AIP(aAIP)与各变量进行Pearson或Spearman相关因素分析,结果显示,aAIP与腰围、TC、TG、LDL-C、SUA、FBG、糖尿病史呈正相关($P<0.05$),与平均舒张压、HDL-C、直接胆红素、Hcy呈负相关($P<0.05$)。多因素logistic回归分析显示,观察组患者年龄[OR=1.198, 95%CI(1.142, 1.257), $P<0.05$]、LDL-C[OR=1.508, 95%CI(1.048, 2.169), $P<0.05$]和aAIP[OR=3.938, 95%CI(1.142, 1.257), $P<0.05$]是绝经后高血压患者颈动脉硬化的独立危险因素;aAIP受试者工作特征(ROC)曲线下面积为0.600[95%CI(0.533, 0.666)],当aAIP截断值为2.04时,其诊断效能最高,灵敏度为49.7%,特异度为69.6%。**结论** 对于绝经后高血压患者,AIP是颈动脉硬化的独立危险因素,aAIP >2.04 可作为诊断绝经后高血压患者颈动脉硬化的敏感指标。

[关键词] 血浆致动脉硬化指数;绝经后高血压;颈动脉硬化;诊断价值**[中图分类号]** R544**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2023)08-1128-05

Correlation between plasma atherogenic index with subclinical carotid atherosclerosis in postmenopausal women patients with hypertension and its diagnostic value*

WANG Xuehua¹, ZUKELAI·AILIJIAN¹, LI Hongjian^{2△}, LYU Zhongying², ZOU Ting², TUOHETIGULI·YASEN¹, MIRIBAN·MAIMAITIMING¹

(1. Graduate School of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830011, China;

2. Department of Hypertension, Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

[Abstract] **Objective** To investigate whether arteriosclerosis index of plasma (AIP) is an independent risk factor for carotid atherosclerosis in the patients with postmenopausal hypertension. **Methods** A retrospective study was conducted in 303 patients with postmenopausal hypertension treated in the Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from June 2019 to June 2021. According to whether the cervical vascular ultrasound results indicating carotid plaque, the patients were divided into the postmenopausal hypertension combined with carotid atherosclerosis group (observation group, $n=187$) and simple postmenopausal hypertension group (control group, $n=115$). The general data, total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high density lipoprotein (HDL-C), low density lipoprotein (LDL-C), lipoprotein(a) [Lp(a)], serum creatinine (Scr),

* 基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFC1311503)。 作者简介:王雪华(1995—),住院医师,硕士,主要从事心血管系统疾病研究。

△ 通信作者, E-mail:lhjdoctor_109@126.com。

blood urea nitrogen (BUN), uric acid (UA), cystatin C (CysC), homocysteine (Hcy), fasting blood glucose (FBG) were detected and compared, and the atherogenic index of plasma (AIP) was calculated. The multivariate logistic regression method was used to analyze the influence of AIP and other traditional risk factors on carotid atherosclerosis. **Results** The age, waist circumference, mean diastolic blood pressure, TC, TG, AIP, LDL-C, Lp (a), FBG and diabetic history proportion in the observation group were significantly higher than those in the control group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The Pearson or Spearman correlation factors analysis was performed on the corrected AIP and various variables, and its results showed that aAIP was positively correlated with the waist circumference, TC, TG, LDL-C, uric acid, FBG and diabetic history ($P < 0.05$), and negatively correlated with mean diastolic blood pressure, HDL-C, direct bilirubin and Hcy ($P < 0.05$). The multivariate Logistic regression analysis showed that the age [$OR = 1.198, 95\% CI(1.142, 1.257), P < 0.05$], LDL-C [$OR = 1.508, 95\% CI(1.048, 2.169), P < 0.05$] and aAIP [$OR = 3.938, 95\% CI(1.142, 1.257), P < 0.05$] were the independent risk factors. The area under the receiver operating characteristic (ROC) curve of aAIP was 0.600 [$95\% CI(0.533, 0.666)$], when the aAIP tangent point was 2.04, its diagnostic efficiency was the highest, the sensitivity was 49.7% and the specificity was 69.6%. **Conclusion** AIP is an independent risk factor for carotid atherosclerosis in the patients with postmenopausal hypertension, and $aAIP > 2.04$ could serve as a sensitive index for the diagnosis of carotid atherosclerosis in the patients with postmenopausal hypertension.

[Key words] arteriosclerosis index of plasma; postmenopausal hypertension; carotid atherosclerosis; diagnostic value

原发性高血压 (primary hypertension, PHT) 是我国最常见的慢性疾病,也是导致心、脑、肾等靶器官损伤的重要危险因素。尽管早期 PHT 的临床症状并不明显,但是早期识别心脑血管疾病相关危险因素、早期治疗及预防靶器官损伤将直接影响疾病预后^[1]。流行病学调查结果显示,绝经前女性心血管疾病 (cardiovascular disease, CVD) 的患病率低于男性,而绝经后患病率明显上升,其可能与雌激素对心血管系统的保护作用有关^[2]。研究认为,绝经与中心性肥胖、舒张压升高和胰岛素抵抗升高有关^[3],这些因素共同增加了 CVD 发生的可能性。而肥胖、高血压、胰岛素抵抗与血脂代谢异常密切相关,绝经后女性血脂代谢状况发生明显变化,其血浆总胆固醇 (total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、极低密度脂蛋白胆固醇 (very low density lipoprotein cholesterol, VLDL-C) 和甘油三酯 (triglycerides, TG) 水平较高,血脂代谢异常促进动脉硬化的发展进程。

有研究提出,血浆致动脉硬化指数 (atherogenic index of plasma, AIP), 即 TG 与 HDL-C 比值的对数,可能是动脉硬化和 CVD 的重要预测因子。进一步研究发现^[4], AIP 与肥胖、PHT、糖尿病等多种心血管相关危险因素存在明显相关性。针对绝经后高血压患者这类高风险但易被忽视的特殊人群,学者们对 AIP 与绝经后女性 CVD 进行了相关性研究^[5-6],认为 AIP 可能是预测绝经后女性 CVD 的新型指标。然而,对于 AIP 是否能够用于预测绝经后女性高血压患

者靶器官损伤,国内外缺乏相关研究。本研究旨在探讨 AIP 是否为绝经后女性高血压患者颈动脉硬化的危险因素,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2019 年 6 月至 2021 年 6 月收住新疆医科大学第五附属医院的绝经后女性高血压患者 303 例作为研究对象,患者平均年龄 (62.38 ± 9.84) 岁。根据双侧颈部血管超声结果提示有无颈动脉斑块,将患者分为绝经后高血压合并颈动脉硬化组 (观察组, $n = 187$)、单纯绝经后高血压组 (对照组, $n = 115$)。排除标准: (1) 女性生理性绝经 ≤ 12 个月的患者; (2) 白大衣性高血压、继发性高血压 (嗜铬细胞瘤、原发性醛固酮增多症、肾实质性高血压、皮质醇增多症、主动脉狭窄等) 患者; (3) 近半年内使用雌激素替代治疗的高血压患者; (4) 近 2 个月使用过糖皮质激素者; (5) 妊娠期女性、不能耐受研究相关检查及拒绝配合相关检查者; (6) 合并有肿瘤疾病、心脏功能衰竭、甲状腺疾病、慢性肝脏疾病、慢性肾脏疾病、原发性高脂血症及正在服用调脂、降尿酸药物者; (7) 近期行外科手术的患者。

1.2 方法

1.2.1 基本信息收集

收集 2 组患者的基本信息,包括性别、年龄、身高、体重、腰围、血压、糖尿病史,计算 BMI。相关定义: (1) 高血压诊断标准,非同日 3 次测量血压,收缩压 ≥ 140 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa) 和/或舒张

压 ≥ 90 mm Hg;(2)绝经状态分类,按照生殖衰老分期系统(stage of reproductive aging workshop, STRAW+10)分类法^[7],绝经后期是指停经 12 个月以后的时期;(3)绝经后高血压,定义为女性生理性绝经 1 年后出现的血压升高,其特点为收缩压升高。

1.2.2 血标本检测

所有受试者抽血前一晚 12 点后禁食、禁饮水,次日凌晨从肘前静脉中取血样。采用全自动生化分析仪检测 TC、TG、HDL-C、LDL-C、脂蛋白 a、空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、血清肌酐(serum creatinine, SCr)、血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、血尿酸(serum uric acid, SUA)、直接胆红素(direct bilirubin, DBIL)、同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)等指标水平。AIP = $\log(\text{TG}/\text{HDL-C})$ 。为避免 AIP 出现负值,采用校正 AIP(adjusted AIP, aAIP), aAIP = $\log[(\text{TG}/\text{HDL-C}) \times 100]$ ^[8]。

1.2.3 颈动脉彩色多普勒超声检查

由本院超声诊断室专科医生使用 iU22 彩色多普勒超声诊断仪(Philips, 美国)对 2 组患者进行检查,探头频率 5~10 MHz。检查前,所有患者休息 10~15 min,取仰卧位,头转向检查对侧,由颈根部从短轴和长轴 2 个方向连续观察双侧颈总动脉及其分支的血管壁结构。观察并测量患者双侧颈动脉形态、内

径、颈动脉内中膜厚度(intima-media thickness, IMT)、动脉粥样硬化斑块等,并取两侧 IMT 最大值作为最终评价指标。将 IMT ≥ 1.0 mm 定义为 IMT 增厚,IMT ≥ 1.5 mm 或突出管腔定义为斑块,IMT 增厚或斑块定义为颈动脉硬化^[9]。

1.3 统计学处理

采用 SPSS25.0 软件进行数据处理。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验或 t' 检验;符合偏态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用秩和检验。计数资料以频数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。各变量与 AIP 的相关性采用 Pearson 或 Spearman 相关分析;通过多因素二元 logistic 回归分析相关变量是否为颈动脉硬化发生的危险因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组患者一般资料和实验室检查指标比较

2 组患者的年龄、腰围、平均舒张压、TC、TG、AIP、LDL-C、aAIP、脂蛋白 a、FBG、有糖尿病史比例差异有统计学意义($P < 0.05$)。2 组患者 BMI、平均收缩压、HDL-C、SCr、DBIL、Hcy 比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组患者一般资料和实验室检查指标比较

项目	对照组($n=115$)	观察组($n=187$)	$t/Z/\chi^2$	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	56.03 \pm 5.05	66.28 \pm 10.07	-11.74	<0.001
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	25.79 \pm 3.99	25.90 \pm 3.83	-0.24	0.809
腰围($\bar{x} \pm s$, cm)	89.47 \pm 9.77	92.76 \pm 10.20	-2.77	0.006
平均收缩压($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	143.99 \pm 21.02	148.65 \pm 21.60	-1.84	0.067
平均舒张压($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	93.06 \pm 12.72	86.78 \pm 13.19	4.08	<0.001
TC($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	4.67 \pm 1.05	5.13 \pm 1.32	-3.35	0.001
TG($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.43 \pm 0.81	1.88 \pm 1.54	-2.87	0.004
HDL-C($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.47 \pm 0.37	1.45 \pm 0.31	0.35	0.728
aAIP($\bar{x} \pm s$)	1.95 \pm 0.28	2.05 \pm 0.28	-3.22	0.001
LDL-C($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	2.78 \pm 0.83	3.07 \pm 0.98	-2.66	0.008
BUN($\bar{x} \pm s$, μ mol/L)	5.46 \pm 1.72	5.23 \pm 1.34	1.22	0.226
SUA($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	293.76 \pm 62.49	307.41 \pm 67.34	-1.76	0.080
SCr($\bar{x} \pm s$, μ mol/L)	79.47 \pm 21.93	76.33 \pm 14.84	1.48	0.140
DBIL($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	2.57 \pm 1.22	2.40 \pm 0.97	1.34	0.182
Hcy($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	12.43 \pm 3.97	12.93 \pm 4.93	-0.92	0.335
脂蛋白 a [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	65.00(32.50, 148.50)	92.0(41.75, 226.50)	-2.23	0.026
FBG($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	5.45 \pm 0.99	5.77 \pm 1.51	-2.23	0.027
糖尿病史 [$n(\%)$]	12(10.43)	38(20.32)	5.04	0.025

2.2 AIP 与其他指标的相关性分析

相关性分析结果显示,腰围、TC、LDL-C、SUA、

糖尿病史与 aAIP 呈正相关($P < 0.05$),平均舒张压、DBIL、Hcy 与 AIP 呈负相关($P < 0.05$),而 BMI、脂蛋白 a、FBG、BUN、SCr 与 aAIP 无相关性($P > 0.05$)。见表 2。

表 2 AIP 与其他指标的相关性分析

因素	r	P
年龄	-0.001	0.980
腰围	0.119	0.039
BMI	0.058	0.312
平均舒张压	-0.166	0.004
TC	0.138	0.016
TG	0.796	<0.001
HDL-C	-0.693	<0.001
脂蛋白 a	0.034	0.552
LDL-C	0.277	<0.001
BUN	-0.046	0.428
SUA	0.319	<0.001
SCr	0.005	0.937
DBIL	-0.287	<0.001
Hcy	-0.141	0.014
FBG	0.099	0.086
糖尿病史	0.132	0.021

2.3 颈动脉彩色多普勒超声结果的单因素和多因素

表 3 颈动脉彩色多普勒超声结果的单因素和多因素 logistic 回归分析

项目	单因素分析		多因素分析	
	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
年龄	1.190(1.138,1.245)	<0.001	1.198(1.142,1.257)	<0.001
腰围	1.035(1.009,1.061)	0.007	1.006(0.973,1.039)	0.735
平均舒张压	0.964(0.947,0.982)	<0.001		
TC	1.398(1.131,1.728)	0.002		
TG	1.659(1.214,2.265)	0.001		
HDL-C	0.884(0.442,1.767)	0.727		
LDL-C	1.444(1.095,1.906)	0.009	1.508(1.048,2.169)	0.027
aAIP	4.130(1.695,10.064)	0.002	3.938(1.318,11.764)	0.014
脂蛋白 a	1.003(1.001,1.005)	0.003		
FBG	1.219(1.002,1.484)	0.048	1.202(0.949,1.523)	0.127
糖尿病史	0.457(0.228,0.916)	0.027		

3 讨论

研究发现,随着女性年龄的增长,发生 CVD 的风险也越来越高^[10]。绝经期雌激素水平的降低、内皮功能障碍、血脂水平变化和体重增加等都和大血管的直径变化有关^[11],而这也是早期血管不良变化的标志。BEN 等^[12]发现,高血压是绝经后妇女发生 CVD 的主

logistic 回归分析

单因素分析结果显示,年龄、腰围、平均舒张压、TC、LDL-C、aAIP、脂蛋白 a、FBG、糖尿病史是颈动脉硬化风险的预测因素。进一步多因素 logistic 回归分析结果显示,年龄、aAIP、LDL-C 是绝经后高血压患者合并颈动脉硬化的独立影响因素($P < 0.05$)。见表 3。以受试者工作特征(ROC)曲线探索 aAIP 对绝经后高血压患者合并颈动脉硬化的诊断效率,结果显示,aAIP 的 ROC 曲线下面积为 0.600[95%CI 为(0.533,0.666)],当 aAIP 截断值为 2.04 时,其诊断效能最高,灵敏度为 49.7%,特异度为 69.6%。见图 1。

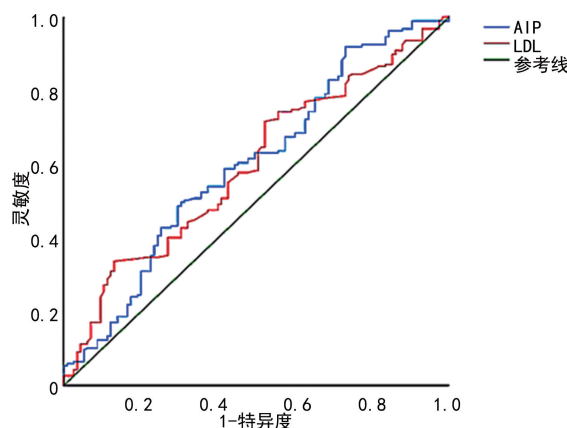


图 1 aAIP 的 ROC 曲线

要危险因素之一,绝经后高血压的主要原因是雌激素缺乏,导致如内皮功能障碍、BMI 增加、肾上腺-醛固酮系统激活、血管紧张素 II 受体上调等机制激活。另外,肥胖还伴随着交感神经活动的增加,导致肾素释放增加,进而形成高血压。这些变化促使动脉硬化和 CVD 相关危险因素的发展。越来越多的学者认识到

绝经后女性群体 CVD 风险的异质性。

本研究结果显示,观察组患者的腰围、AIP、TC、脂蛋白 a 较对照组明显增高($P < 0.05$)。相关性因素分析结果显示,AIP 作为一新型血脂指标,除了与 TG 呈正相关,与 HDL-C 呈负相关,还与 LDL-C 存在相关性。这与俎德玲等^[13]研究结论相似。也有研究发现,AIP 能更准确地反映血浆小而密低密度脂蛋白水平^[6],被认为是小而密低密度脂蛋白颗粒的替代品,与 LDL-C 颗粒直径呈负相关。aAIP 的增加表明 LDL 颗粒直径减小,小而密,低密度脂蛋白所占比例增加。但由于血浆小而密低密度脂蛋白的检测方法存在局限性且成本高,相较于传统血脂指标,AIP 可能是预测绝经后女性 CVD 风险强有力的独立指标。该指数已被用于预测尼日利亚东南部高血压绝经后妇女发生动脉硬化的风险^[14]。GENTILE 等^[15]对地中海妇女人群 AIP 和早期动脉硬化的相关性进行队列研究,发现 AIP 是动脉硬化的标志物,其可能用于动脉硬化疾病的风险评估。本研究结果显示,aAIP 是预测绝经后高血压患者颈动脉硬化风险的预测因素,这与上述研究结果一致。aAIP 对诊断绝经后高血压患者合并颈动脉硬化有一定价值,其敏感度较 LDL-C 有所提高,这为该类患者的疾病筛查提供了一定的临床证据。

此外,本研究结果显示,aAIP 与 UA 存在相关性,提示 AIP 在反映绝经后高血压患者肾脏损伤方面也有一定价值。晏丕军等^[16]通过对 1 325 例 2 型糖尿病患者进行分组研究,发现 2 型糖尿病患者 SUA 水平与 AIP 密切相关。两者共同参与动脉硬化的发生发展,SUA 和 AIP 可能是 2 型糖尿病患者肾功能损伤的危险因素。BALIARSINGH 等^[17]通过对 248 例 40~59 岁男性进行回顾性研究,发现 AIP 与 SUA 水平呈正相关,认为 AIP 可以作为中老年男性动脉硬化和 CVD 的生物标志物。AIP 被认为是血浆致动脉硬化的标志,可能用于临床实践中,作为识别亚临床动脉硬化和监测 CVD 风险人群的快速工具。对于绝经后高血压患者,应加强注意致动脉硬化的多种独立危险因素,AIP 可能会更有利于对高血压合并颈动脉硬化进行评估,为早期预防及干预治疗动脉硬化疾病提供依据。

本研究仍然存在局限性:(1)作为观察性的回顾性研究,其研究结果不能对因果关系进行推断;(2)样本量相对较小,对所有绝经后妇女的研究结果推断存在偏倚;(3)本研究以单纯高血压伴或不伴颈动脉硬化的绝经后患者进行分组,未设立绝经前女性患者作为对照组。

参考文献

[1] MOURA R S, VASCONCELOS D F, FREIT-

AS E, et al. Cystatin C, CRP, log TG/HDL-C and metabolic syndrome are associated with microalbuminuria in hypertension[J]. Arq Bras Cardiol, 2014, 102(1): 54-59.

- [2] LIU Y, LIU G, WU H, et al. Sex differences in non-communicable disease prevalence in China: a cross-sectional analysis of the China health and retirement longitudinal study in 2011[J]. BMJ Open, 2017, 7(12): e17450.
- [3] XING X, SU L, ASARE P F, et al. Danzhi Qing'e (DZQE) activates AMPK pathway and regulates lipid metabolism in a rat model of perimenopausal hyperlipidaemia [J]. Exp Physiol, 2016, 101(11): 1406-1417.
- [4] ONAT A, CAN G, KAYA H, et al. "Atherogenic index of plasma"(log10 triglyceride/high-density lipoprotein-cholesterol) predicts high blood pressure, diabetes, and vascular events [J]. J Clin Lipidol, 2010, 4(2): 89-98.
- [5] GUO Q, ZHOU S, FENG X, et al. The sensibility of the new blood lipid indicator: atherogenic index of plasma (AIP) in menopausal women with coronary artery disease [J]. Lipids Health Dis, 2020, 19(1): 27.
- [6] FERNANDEZ-MACIAS J C, OCHOA-MARTINEZ A C, VARELA-SILVA J A, et al. Atherogenic index of plasma: novel predictive biomarker for cardiovascular illnesses [J]. Arch Med Res, 2019, 50(5): 285-294.
- [7] HARLOW S D, GASS M, HALL J E, et al. Executive summary of the stages of reproductive aging workshop+10: addressing the unfinished agenda of staging reproductive aging [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2012, 97(4): 1159-1168.
- [8] 杨新宇, 鲍百丽. 血浆致动脉硬化指数在绝经后女性冠心病中的预测价值 [J]. 临床荟萃, 2020, 35(7): 599-603.
- [9] VOLGMAN A S, PALANIAPPAN L S, AGGARWAL N T, et al. Atherosclerotic cardiovascular disease in South Asians in the United States: epidemiology, risk factors, and treatments: a scientific statement from the American heart association [J]. Circulation, 2018, 138(1): e1-34.
- [10] TONGDEE P, NIMKUNTOD P. Novel mathematical indexes to identify subclinical atherosclerosis in different obesity (下转第 1136 页)

- boost in patients with high-risk/refractory acute lymphoblastic leukemia[J]. *Bone Marrow Transplantation*, 2018, 53(4): 438-448.
- [3] 曲宝林. 螺旋断层放射治疗技术与临床应用[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2020.
- [4] 钱金栋, 孙建国. 现代放射治疗技术的若干瓶颈及其智能化可行性分析[J]. *重庆医学*, 2020, 49(10): 1549-1553.
- [5] 陈欣, 李萌萌, 陈如君, 等. 局部晚期鼻咽癌静态调强、容积旋转调强和螺旋断层调强放射治疗的剂量学比较[J]. *中国医学装备*, 2022, 19(3): 17-22.
- [7] 庞廷田, 于浪, 杨波, 等. Tomotherapy HDA 型螺旋断层调强放疗设备剂量传输方式的质控标准建立[J]. *中国医疗设备*, 2022, 37(1): 20-24.
- [8] YAO B, WANG Y D, LIU Q Z et al. Radiation pneumonitis in non-small-cell lung cancer patients treated with helical tomotherapy[J]. *Niger J Clin Pract*, 2016, 19(1): 25-29.
- [9] 刘慧, 何汇朗, 陈炫光, 等. 鼻咽癌 HT 与 IMRT 急性不良反应比较[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2019, 28(8): 580-583.
- [10] 解传滨, 徐寿平, 戴相昆, 等. 应用肝分区评估法对不同铅门模式门脉癌栓螺旋断层放疗剂量学特性分析[J]. *中国医学物理学杂志*, 2020, 37(7): 803-809.
- [11] HONG C S, JU S G, AHN Y C, et al. Normal lung sparing Tomotherapy technique in stage III lung cancer[J]. *Radiat Oncol*, 2017, 12(1): 167-176.
- [12] 宋明永, 解传滨, 徐寿平, 等. 螺旋断层调强技术治疗肺癌时不同铅门模式的应用研究[J]. *中国医学装备*, 2017, 14(7): 23-27.
- [13] 樊春波, 王晶, 何亚男, 等. 螺旋断层放疗在胸中下段食管癌治疗中对心脏功能保护的研究[J]. *中国医学物理学杂志*, 2021, 38(11): 1355-1358.
- [14] 高亚, 肖月, 史黎炜, 等. 螺旋断层放射治疗对肿瘤治疗的有效性和安全性系统评估[J]. *中国医学装备*, 2020, 17(12): 12-19.
- [15] 王海洋, 皮一飞, 韩滨, 等. 螺旋断层调强放疗靶区外沿纵向剂量跌落及影响因素研究[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2021, 41(3): 183-187.
- [16] 丛小虎, 戴相昆, 解传滨, 等. 保乳术后静态调强放疗、螺旋断层放疗与断层径照 3 种治疗计划的剂量学评价[J]. *医疗卫生装备*, 2020, 41(9): 39-42, 59.

(收稿日期: 2022-12-22 修回日期: 2023-01-24)

(上接第 1132 页)

- phenotypes of perimenopausal/menopausal women[J]. *J Med Assoc Thai*, 2016, 99(Suppl 7): S62-68.
- [11] WILDMAN R P, COLVIN A B, POWELL L H, et al. Associations of endogenous sex hormones with the vasculature in menopausal women: the study of women's health across the nation (SWAN) [J]. *Menopause*, 2008, 15(3): 414-421.
- [12] BEN A S, BELFKI-BENALI H, AHMED D B, et al. Postmenopausal hypertension, abdominal obesity, apolipoprotein and insulin resistance [J]. *Clin Exp Hypertens*, 2016, 38(4): 370-374.
- [13] 俎德玲, 诸葛毅, 汪新华, 等. 胱抑素 C、血浆致动脉硬化指数与高血压的相关性研究[J]. *预防医学*, 2018, 30(6): 578-580.
- [14] NWAGHA U I, IKEKPEAZU E J, EJEZIE F E, et al. Atherogenic index of plasma as useful predictor of cardiovascular risk among postmenopausal women in Enugu, Nigeria [J]. *Afr Health Sci*, 2010, 10(3): 248-252.
- [15] GENTILE M, IANNUZZO G, SIMEON V, et al. Evaluation of association between atherogenic index of plasma and intima-media thickness of the carotid artery for subclinic atherosclerosis in patients on maintenance hemodialysis [J]. *Hemodial Int*, 2013, 17(3): 397-405.
- [16] 晏丕军, 张志红, 徐勇, 等. 2 型糖尿病患者血尿酸与血浆致动脉硬化指数的相关性研究 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2015, 17(6): 564-569.
- [17] BALIARSINGH S, SHARMA N, MUKHERJEE R. Serum uric acid; marker for atherosclerosis as it is positively associated with "atherogenic index of plasma" [J]. *Arch Physiol Biochem*, 2013, 119(1): 27-31.

(收稿日期: 2022-12-11 修回日期: 2023-01-11)