

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.08.029

❖ 临床研究 ❖

卵圆孔未闭合并脑梗死的危险因素及经食道超声引导下的封堵价值

张青, 马宁帅, 张宁

(川北医学院附属医院超声科, 四川 南充 637000)

【摘要】目的: 探讨卵圆孔未闭合并脑梗死的危险因素及经食道超声引导下的封堵价值。**方法:** 选取120例卵圆孔未闭患者为研究对象, 依据是否发生脑梗死分为单纯卵圆孔未闭组($n=78$)和卵圆孔未闭合并脑梗死组($n=42$); 卵圆孔未闭合并脑梗死组再根据治疗方式不同分为常规治疗组($n=18$)和介入封堵组($n=24$)。分析卵圆孔未闭合并脑梗死的危险因素; 比较卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者的临床疗效、头痛程度[头痛影响测评量表6(HIT-6)评分]和脑梗死相关并发症发生情况。**结果:** 单因素及多因素分析显示, 年龄、患有高血压和糖尿病、红细胞分布宽度变异系数和纤维蛋白原异常是卵圆孔未闭患者发生脑梗死的危险因素($P<0.05$)。介入封堵组患者治疗总有效率高于常规治疗组(83.33% vs. 50.00%, $P<0.05$); HIT-6评分低于常规治疗组[(32.15 ± 4.08)分 vs. (47.26 ± 4.63)分, $P<0.05$]; 脑梗死相关症状并发症发生率低于常规治疗组(4.17% vs. 44.44%, $P<0.05$)。**结论:** 高龄、患有高血压和糖尿病、红细胞分布宽度变异系数及纤维蛋白原指标异常均是卵圆孔未闭患者发生脑梗死的危险因素; 经食道超声引导下的封堵术能提高卵圆孔未闭合并脑梗死患者的临床疗效, 降低头痛程度和脑梗死相关并发症的发生率, 值得临床推广应用。

【关键词】 卵圆孔未闭; 脑梗死; 危险因素; 分析; 经食道超声引导; 封堵; 价值

【中图分类号】 R541.1 **【文献标志码】** A

Analysis of risk factors of patent foramen ovale complicated with cerebral infarction and the value of transesophageal ultrasound-guided occlusion

ZHANG Qing, MA Ning-shuai, ZHANG Ning

(Department of Ultrasound, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan, China)

【Abstract】 Objective: To investigate the risk factors of unclosed foramen ovale with cerebral infarction and to further observe the value of transesophageal ultrasound-guided occlusion. **Methods:** 120 patients with visible foramen ovale were selected as the research subjects. They were divided into two groups based on whether there was cerebral infarction: simple patent foramen ovale group ($n=78$) and patent foramen ovale mixed with cerebral infarction group ($n=42$). The patent foramen ovale mixed with cerebral infarction group was further divided into conventional treatment group ($n=18$) and interventional occlusion group ($n=24$) based on different treatment methods. The risk factors of patent foramen ovale combined with cerebral infarction were analyzed. The clinical efficacy, headache severity (HIT-6 score), and incidence of cerebral infarction related complications were compared in patients with patent foramen ovale complicated by cerebral infarction treated with different treatment methods. **Results:** By univariate and multifactorial analyses, it was found that increasing age, suffering from hypertension, diabetes mellitus, coefficient of variation of the width of the distribution of erythrocytes and abnormalities of fibrinogen were risk factors for the occurrence of cerebral infarction in patients with patent foramen ovale ($P<0.05$). The clinical efficacy in the interventional occlusion group was higher than that in the conventional treatment group (83.33% vs. 50.00%, $P<0.05$). HIT-6 score of the interventional occlusion group was lower than that of the conventional treatment group (32.15 ± 4.08 vs. 47.26 ± 4.63, $P<0.05$). The recurrence rate of cerebral infarction-related symptoms of the interventional blockage group was lower than that of the conventional treatment group (4.17% vs. 44.44%, $P<0.05$). **Conclusion:** Elderly people, people with hypertension and diabetes, abnormal red blood cell distribution width coefficient of variation and fibrinogen index are all risk factors for cerebral infarction in patients with patent foramen ovale. The occlusion surgery guided by esophageal ultrasound can improve the clinical efficacy of patients with patent foramen ovale complicated with cerebral infarction, reduce the degree of headache and the incidence of complications related to cerebral infarction, and is worthy of clinical promotion and application.

【Key words】 Unclosed foramen ovale; Cerebral infarction; Risk factors; Analysis; Transesophageal ultrasound guidance; Sealing; Value

在幼儿发育时期,卵圆孔通常作为心脏房间隔的生理性通道,维持着母体和胎儿的血液循环,大多在出生后约 1 年闭合,当 >3 岁仍然没有自行闭合称为卵圆孔未闭,是一种先天的心脏异常^[1]。卵圆孔未闭在成年人中的发生率约为 25%,且与多种疾病(如减压病、偏头痛、脑卒中等)有关^[2]。目前临床多采用介入封堵术治疗,不仅能够有效缓解患者偏头痛,而且有较好的安全性和治疗效果^[3]。经食道超声引导下的封堵术具有无创、操作方便等优势,能够明确穿刺位置,精准定位病理位置,极大提高了手术操作的安全性^[4]。卵圆孔未闭患者由于血液流通异常,会出现心脏分流紊乱,导致血流动力学变化,心房压力升高,形成反常栓塞,进而导致脑梗死的发生^[5]。研究^[6]发现,较之普通人群,卵圆孔未闭患者发生脑梗死的风险为 30%~50%。世界范围内由脑梗死造成死亡的患者高达约 600 万人,而我国约占 1/4^[7]。脑梗死有较高的致残率和死亡率,是一种危害严重的脑部血管疾病,对患者生存预后造成巨大威胁^[8]。国内外资料中对普通人群发生脑梗死的研究较多,而对卵圆孔未闭合并脑梗死危险因素的相关报道较少,且尽管经食道超声引导下的封堵术治疗效果已经得到了证实,但经食道超声引导下的封堵术对卵圆孔未闭合并脑梗死患者是否也有相同的治疗效果尚不清楚^[9-10]。本研究旨在探讨卵圆孔未闭合并脑梗死的危险因素及经食道超声引导下的封堵价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 3 月至 2023 年 3 月川北医学院附属医院收治的 120 例卵圆孔未闭患者为研究对象,其中年龄(42.37 ± 3.28)岁;病程(4.56 ± 1.02)d。依据是否发生脑梗死分为单纯卵圆孔未闭组($n = 78$)和卵圆孔未闭合并脑梗死组($n = 42$),卵圆孔未闭合并脑梗死组再根据治疗方式不同分为常规治疗组($n = 18$)和介入封堵组($n = 24$)。本研究经院伦理委员会审核批准,患者及其家属知情同意。

纳入标准:(1)符合卵圆孔未闭诊断,依据为《卵圆孔未闭预防性封堵术中国专家共识》^[11];(2)影像学检查符合脑梗死诊断标准;(3)临床资料完整;(4)伴有偏头痛的临床症状;(5)经食道超声心动图证实存在卵圆孔未闭,符合封堵术的治疗标准。排除标准:(1)患有心肌炎、房间隔缺损或有先天性心脏病;(2)肺部血管畸形等肺部疾病;(3)既往进行过经食道超声引导下的封堵治疗;(4)临床资料不完整;(5)凝血障碍、血液系统疾病。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 包括性别、年龄;是否患高血压、糖尿病和高血脂等基础疾病;是否有高半胱氨酸和吸烟史;实验室检查指标:包括红细胞平均体积、红细胞分布宽度变异系数、血小板平均体积、肌酐和纤维蛋白原等。

1.2.2 卵圆孔未闭患者超声检测采用 PHILIPS-EPIQ 7C 超声仪,探头频率 2~7 MHz。超声心动图显示患者存在血液异常分流,血液从左心房通过卵圆孔流到右心房。见图 1。



图 1 卵圆孔未闭超声影像

1.2.3 治疗方式 常规治疗组患者给予常规内科治疗,包括药物治疗、中医针刺等:华法林(河南中杰药业;H19993692)抗凝,3 mg/d;阿司匹林(湖北中佳药业;H42021232)抗血小板聚集治疗,100~300 mg/d;定期进行针灸、艾灸,促进血液循环。介入封堵组患者给予经食道超声引导下卵圆孔封堵术:使用 PHILIPS-EPIQ 7C 超声仪,探头频率 2~7 MHz。患者采取右卧位,在患者咽部使用利多卡因(同房药业集团,H20063466)进行麻醉,放置食道探头位置在食管中下段,距门齿约 40 cm 处,观察房间隔和隔间缝隙长度及宽度等。改变患者姿势为平卧位,在肘静脉通路的位置注射生理盐水并同时观察左心内过隔微气泡数量变化情况,行全身麻醉。根据超声心动图显示的检查结果选择合适封堵器,对股静脉进行穿刺,同时在右心房置入 6 F 右心导管及导丝,在超声引导下将其通过卵圆孔送至左心房、左上肺静脉位置。沿下腔静脉、右心房及未闭卵圆孔的位置,将封堵器输送鞘放入左心房位置,沿着输送鞘放置封堵器,完成封堵手术。术后进行超声检查,保证封堵器位置正确,封堵效果良好,且血压心电图正常,术后常规服用阿司匹林药物,持续 3 个月。

1.3 观察指标

(1)影响卵圆孔未闭合并脑梗死的单因素。(2)影响卵圆孔未闭合并脑梗死的多因素。(3)卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者的临床疗效:依据《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》标准^[12],美国国立卫生研究院卒中量表评分减少 $\geq 89\%$ 为显效;减少 46%~88% 为有效;无改善或加重

为无效。(4)卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者头痛程度:头痛影响测评量表6(HIT-6)问卷^[13]评分评估。问卷包括头痛发作的频率、严重头痛发作的频率、头痛影响日常生活的频率、头痛影响情绪的频率等6个问题,每个问题均有“从不、偶尔、有时、经常、总是”5种回答,分别记6分、8分、10分、11分和13分,总分范围为36~78分,总分越高表示头痛越严重。头痛对患者生命质量的影响分为4个等级:≤49分为1级(无或较小影响);50~55分为2级(中度影响);56~59分为3级(明显影响);≥60分为4级(严重影响)。(5)卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者相关并发症发生情况:头痛头晕、胸腔积液、心律失常、房室传导阻滞等。

1.4 统计学分析

采用SPSS 26.0软件对数据进行处理与分析。计量资料符合正态分布且方差齐性,以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较行独立样本 t 检验,组内比较行配对样本 t 检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较行独立样本 χ^2 检验;影响因素采用多因素Logistic回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 卵圆孔未闭合并脑梗死的单因素

单因素分析显示,卵圆孔未闭合并脑梗死组和单纯卵圆孔未闭组患者性别、高血脂、高半胱氨酸、吸烟史、细胞平均体积、血小板平均体积、肌酐差异无统计学意义($P > 0.05$);年龄、是否合并高血压及糖尿病、红细胞分布宽度变异系数、纤维蛋白原差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

表1 卵圆孔未闭合并脑梗死的单因素分析 $[\bar{x} \pm s, n(\%)]$

资料	卵圆孔未闭合并 脑梗死组($n=42$)	单纯卵圆孔未闭组 ($n=78$)	χ^2/t 值	P 值
性别			0.047	0.829
男	17(40.48)	30(38.46)		
女	25(59.52)	48(61.54)		
年龄(岁)			12.03	0.001
<65	13(30.95)	50(64.10)		
≥65	29(69.05)	28(35.90)		
合并高血压	28(66.67)	30(38.46)	8.697	0.003
合并糖尿	22(52.38)	24(30.77)	5.394	0.020
合并高血脂	13(30.95)	20(25.64)	0.386	0.534
高半胱氨酸	15(35.71)	27(34.62)	0.015	0.904
吸烟史	24(57.14)	43(55.13)	0.045	0.832
红细胞平均体积(fL)	84.24±6.83	83.38±6.59	0.673	0.502
红细胞分布宽度变异系数(%)	19.52±4.81	12.50±5.58	6.889	0.001
血小板平均体积(fL)	11.13±0.76	11.23±0.96	0.583	0.561
肌酐($\mu\text{mol/L}$)	55.86±4.16	55.62±5.32	0.253	0.800
纤维蛋白原(g/L)	6.23±0.78	3.76±1.09	12.992	0.001

2.2 影响卵圆孔未闭合并脑梗死的多因素

以卵圆孔未闭患者是否发生脑梗死为因变量(未发生脑梗死=0,发生脑梗死=1),单因素有统计学意义指标为变量[连续性变量红细胞分布宽度变异系数、纤维蛋白原以原始值代入;分类变量进行赋值:年龄($<65=0, \geq 65=1$);高血压(无=0,有=1);糖尿病(无=0,有=1)],回归分析结果显示,年龄、患有高血压和糖尿病、红细胞分布宽度变异系数及纤维蛋白原异常均是卵圆孔未闭患者发生脑梗死的危险因素($P < 0.05$)。见表2。

表2 影响卵圆孔未闭合并脑梗死的多因素分析

变量	β 值	SE值	Wald值	P 值	OR值	95%CI
年龄	4.582	2.168	4.926	0.038	95.832	1.9823~5382.589
高血压	4.673	2.434	3.572	0.032	75.803	0.916~7238.716
糖尿病	5.016	2.496	4.628	0.026	157.524	1.593~16972.725
红细胞分布宽度变异系数	0.532	0.276	3.863	0.014	2.859	1.116~3.026
纤维蛋白原	2.896	0.827	7.652	0.003	16.782	2.285~102.613

2.3 卵圆孔未闭合并脑梗死组患者不同治疗方式临床疗效比较

介入封堵组患者治疗的总有效率高于常规治疗组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表3。

表3 卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者临床疗效比较 $[n(\%)]$

组别	显效	有效	无效	总有效
常规治疗组($n=18$)	3(16.67)	6(33.33)	9(50.00)	9(50.00)
介入封堵组($n=24$)	13(54.17)	7(29.17)	4(16.67)	20(83.33)
χ^2 值				5.348
P 值				0.021

2.4 卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者头痛程度比较

治疗前,卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者HIT-6评分差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患者HIT-6评分均降低($P < 0.05$),且介入封堵组低于常规治疗组($P < 0.05$)。见表4。

表4 卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者头痛程度比较 $(\bar{x} \pm s, \text{分})$

组别	治疗前 HIT-6 评分	治疗后 HIT-6 评分	t 值	P 值
常规治疗组($n=18$)	66.25±4.27	47.26±4.63	12.792	0.001
介入封堵组($n=24$)	66.72±4.19	32.15±4.08	28.960	0.001
t 值	0.357	11.212		
P 值	0.723	0.001		

2.5 卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者相关症状并发症发生情况比较

介入封堵组患者脑梗死相关症状并发症总发生率低于常规治疗组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表5。

表 5 卵圆孔未闭合并脑梗死组不同治疗方式患者相关症状并发症发生情况比较 [n (%)]

组别	头痛头晕	胸腔积液	心律失常	房室传导阻滞	合计
常规治疗组 (n=18)	2(11.11)	2(11.11)	3(16.67)	1(5.56)	8(44.44)
介入封堵组 (n=24)	1(4.17)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(4.17)
χ^2 值					7.663
P 值					0.006

3 讨论

卵圆孔未闭发病率较高,多数患者可能仅伴随偏头痛等轻微症状,未能引起足够重视,当发生脑梗死后方前往医院,不仅延误治疗,而且造成脑功能损害,增加并发症发生风险^[2,14]。因此,及早防控对提高患者生存质量、降低患者死亡风险有重要意义。卵圆孔封堵术通过在卵圆孔内放置封堵器,消除心血管系统的不良循环,改善心脏异常分流通道^[15]。经食道超声引导的介入封堵术能实时监测手术过程,提高图像清晰度,避免传统封堵术的辐射,成功率高,并发症少,较传统药物治疗效果更好^[16]。

本研究中,120 例卵圆孔未闭患者超声图像显示,卵圆孔未闭患者均出现血液左向右的分流,血流动力学异常。单因素和多因素回归分析结果显示,高龄患者、患有高血压和糖尿病、红细胞分布宽度变异系数及纤维蛋白原异常升高均是卵圆孔未闭患者发生脑梗死的危险因素 ($P < 0.05$),原因可能是:(1)随着患者年龄的增长,传统意义上发生脑血管疾病的危险因素随之增加,患高血压、糖尿病等慢性病的风险逐渐上升,机体的代谢出现紊乱^[17];同时由于生理功能逐渐减退,血管内皮细胞会发生不同程度的损伤,血管弹性大幅度减弱,导致血管更加脆弱,发生损伤和阻塞的风险更大,一旦发生阻塞或损伤,会造成脑部缺氧、缺血;老年人缺乏运动,一些不良的生活饮食习惯进一步加速了血管的硬化与堵塞。(2)高血压会导致血管狭窄及血管壁损伤,引起慢性炎症反应,血液高凝、高黏,加之卵圆孔未闭,使血液流通异常,反常栓塞风险增加,一定程度上可能诱发心脏出现血凝块,增加脑梗死发生^[18]。(3)糖尿病患者由于内环境长期处于高糖状态,进一步加重了机体血管内皮的损伤,诱发炎症反应,血管内弹性及血流灌注降低;同时患者体内的氧化应激水平波动剧烈,进一步使蛋白质变性,钙离子通道发生异常,加剧了脑细胞的损伤,增加脑梗死风险^[19]。(4)红细胞分布宽度变异系数是反映机体内的红细胞状态的平衡,增加时可能反映了机体处于与高氧化应激状态,这些病理状态会导致患者血管内壁损伤,血管弹性降低,脑梗死发生风险增加。(5)纤维

蛋白原是参与凝血和止血的重要蛋白,当其水平增加时会与血小板膜上的受体结合形成基于纤维蛋白的血凝块,导致血液黏稠度增加,促进机体发生血栓,脑梗死发生风险增加,尤其在卵圆孔未闭患者中,心脏血流通道存在异常,纤维蛋白原更易发生聚集和沉积,进一步诱发脑梗死。以上危险因素均提示高风险人群应当提高警惕,及时作出评估,并采取预防措施,积极治疗原发病,定期进行相关检查,密切关注红细胞分布宽度变异系数、纤维蛋白原指标变化,以降低卵圆孔未闭患者发生脑梗死的风险。

本研究结果还显示,介入封堵组患者治疗的总有效率高于常规治疗组 ($P < 0.05$),表明经食道超声引导下封堵能有效提高卵圆孔未闭合并脑梗死患者治疗的临床疗效,原因可能是相比于传统 X 线引导下的封堵术,其可以对房间隔和卵圆孔进行多角度和多切面的形态与结构观察,对卵圆孔大小和长度进行精准测量,封堵定位精准度更高,从而能够有效防止血管栓塞反复复发,降低脑梗死再发风险,提高治疗效果。介入封堵组患者 HIT-6 评分低于常规治疗组 ($P < 0.05$),表明经食道超声引导下的封堵术能有效改善卵圆孔未闭合并脑梗死患者头痛,原因可能是卵圆孔缺损部位进行有效封堵,消除反常性栓塞,最大程度改善心脏血液混流,从而缓解头痛。本研究中介入封堵组患者脑梗死相关症状并发症发生率更低 ($P < 0.05$),表明经食道超声引导下的封堵能降低患者脑梗死复发风险,原因可能是经食道超声引导下的封堵不需要进行开胸手术,降低了手术创伤和并发症发生风险。此外,经食道超声引导能够对封堵位置进行精确定位,减少手术中的不必要操作,提高了手术安全性^[20];还能改善血流异常流通,防止反常栓塞的再次发生,改善脑部缺氧缺血。

综上,高龄、患有高血压和糖尿病、红细胞分布宽度变异系数及纤维蛋白原指标异常均是卵圆孔未闭患者发生脑梗死危险因素,对于高风险人群应当制定相关措施,以降低脑梗死发生风险;经食道超声引导下的封堵术能够提高卵圆孔未闭合并脑梗死患者的临床疗效,减轻头痛,减少脑梗死相关并发症发生,值得推广应用。

参考文献

[1] Yan C, Li H. Preliminary investigation of in situ Thrombus within patent foramen ovale in patients with and without stroke [J]. JAMA, 2021, 325 (20): 2116 - 2118.

[2] Mas JL, Guillon B, Charles-Nelson A, et al. Patent foramen ovale closure in stroke patients with migraine in the CLOSE trial. The CLOSE-MIG study [J]. European Journal of Neurology, 2021, 28

- (8):2700-2707.
- [3] Lin C, Liu L, Liu Y, *et al.* Recent developments in next-generation occlusion devices[J]. *Acta Biomaterialia*, 2021, 128:100-119.
- [4] Tavares-Silva M, de Sousa C, Araújo V, *et al.* Left ventricular pacing with a temporary pacemaker: case report [J]. *Revista Portuguesa De Cardiologia*, 2021, 40(2):141. e1-141. e4.
- [5] Talerico R, Tosoni A, Pilato F, *et al.* Cerebral infarction following cyanoacrylate endoscopic therapy of duodenal varices in a patient with a patent foramen ovale: comment[J]. *Internal and Emergency Medicine*, 2021, 16(7):2021-2022.
- [6] Pierik R, Uyttenboogaart M, Erasmus ME, *et al.* Distribution of perioperative stroke in cardiac surgery [J]. *European Journal of Neurology*, 2019, 26(1):184-190.
- [7] 薛晶, 陈洪莘, 钟镛, 等. 不同 TOAST 分型急性脑梗死患者住院期间死亡特征分析[J]. *临床神经病学杂志*, 2020, 33(2):85-90.
- [8] 刘帮健, 杨嘉君, 徐艳红, 等. 血清尿酸与急性脑梗死患者住院死亡率的相关性研究[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2020, 37(5):435-440.
- [9] 李庚, 张文竞, 尚小珂, 等. 高危卵圆孔未闭干预指征的最新进展[J]. *中国心血管病研究*, 2020, 18(12):1134-1138.
- [10] Elzanaty AM, Patel N, Sabbagh E, *et al.* Patent foramen ovale closure in the management of cryptogenic stroke: a review of current literature and guideline statements[J]. *Current Medical Research and Opinion*, 2021, 37(3):377-384.
- [11] 张玉顺, 朱鲜阳, 孔祥清, 等. 卵圆孔未闭预防性封堵术中国专家共识[J]. *中国循环杂志*, 2017, 32(3):209-214.
- [12] 彭斌, 刘鸣, 崔丽英. 与时俱进的新指南——《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》解读[J]. *中华神经科杂志*, 2018, 51(9):657-659.
- [13] 郭韬. 经食道超声心动图在偏头痛合并卵圆孔未闭患者介入封堵术中的应用价值[J]. *中国医学工程*, 2015, 23(6):168-169.
- [14] 伍士芳, 雍永宏, 许伟, 等. 联合声学造影对卵圆孔未闭右向左分流的诊断价值[J]. *实用临床医药杂志*, 2022, 26(24):81-85.
- [15] 张超, 熊维, 张琳, 等. 130 例介入封堵术治疗卵圆孔未闭患者的临床疗效和安全性[J]. *武汉大学学报(医学版)*, 2023, 44(3):330-334.
- [16] 刘茂林, 胡邦, 刘胜, 等. 合并偏头痛的卵圆孔未闭患者经食管超声引导下封堵术的疗效分析[J]. *贵州医药*, 2023, 47(7):1089-1090.
- [17] GRADE Study Research Group, Nathan DM, Lachin JM, *et al.* Glycemia reduction in type 2 diabetes-microvascular and cardiovascular outcomes[J]. *The New England Journal of Medicine*, 2022, 387(12):1075-1088.
- [18] Boutouyrie P, Chowienczyk P, Humphrey JD, *et al.* Arterial stiffness and cardiovascular risk in hypertension[J]. *Circulation Research*, 2021, 128(7):864-886.
- [19] Ceriello A, Prattichizzo F. Variability of risk factors and diabetes complications[J]. *Cardiovascular Diabetology*, 2021, 20(1):101.
- [20] 王广阔, 蔡丽霞, 张志刚, 等. 食管超声引导经胸室间隔缺损封堵术的临床体会[J]. *中国心血管病研究*, 2016, 14(12):1127-1129.
- (收稿日期:2023-12-29 修回日期:2024-03-09)

(上接第 1092 页)

- [7] Van Eeden SF, Hogg JC. Immune-modulation in chronic obstructive pulmonary disease: current concepts and future strategies[J]. *Respiration; International Review of Thoracic Diseases*, 2020, 99(7):550-565.
- [8] Sorathia L. Palliative care in chronic obstructive pulmonary disease [J]. *The Medical Clinics of North America*, 2019, 103(3):517-526.
- [9] Ma L, Wang Y, Guo L, *et al.* Developing and verifying automatic detection of active pulmonary tuberculosis from multi-slice spiral CT images based on deep learning[J]. *Journal of X-Ray Science and Technology*, 2020, 28(5):939-951.
- [10] Xiang Y, Zhang M, Zhao W, *et al.* Differentiation of localized pneumonic-type lung adenocarcinoma from localized pulmonary inflammatory lesion based on clinical data and multi-slice spiral computed tomography imaging features [J]. *Translational Cancer Research*, 2023, 12(1):113-124.
- [11] Nasir M, Shafique HM, Tuyyab F, *et al.* Study of aortic valve using multi slice computed tomography in patients presenting with chest pain[J]. *JPMA the Journal of the Pakistan Medical Association*, 2021, 71(9):2151-2155.
- [12] 金学康. 多层螺旋 CT 检测 COPD 影像学改变与患者病情严重程度关系研究[J]. *四川医学*, 2019, 40(12):1272-1275.
- [13] Wang Y, Su T, Feng S, *et al.* Evaluation of the cross-sectional area of small pulmonary vessels in the diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease by quantitative computed tomography: a case-control study[J]. *Medicine*, 2021, 100(46):e27622.
- [14] Hanon S, Vanderhelst E, Vincken W, *et al.* Peak in- and expiratory flow revisited: reliability and reference values in adults[J]. *Respiration; International Review of Thoracic Diseases*, 2021, 100(1):11-18.
- [15] 朱进, 黄胜, 陈均, 等. 多层螺旋 CT 与超声心动图对慢性阻塞性肺病患者右心功能的评估价值比较[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2021, 19(12):39-41.
- [16] 张龙, 马研学, 苏景瑞, 等. 多层螺旋 CT 及灌注成像对尘肺合并肺结核的诊断效果[J]. *现代科学仪器*, 2022, 8(1):124-130.
- [17] Raouf S, Shah M, Make B, *et al.* Lung imaging in COPD part 1: clinical usefulness[J]. *Chest*, 2023, 164(1):69-84.
- [18] Amudala Puchakayala PR, Sthanam VL, Nakhmani A, *et al.* Radiomics for improved detection of chronic obstructive pulmonary disease in low-dose and standard-dose chest CT scans[J]. *Radiology*, 2023, 307(5):e222998.
- [19] 姚婷婷, 吴子文, 于芳芳, 等. 血清 PGRN、sCD163 在慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者中的变化及与肺功能的相关性和预后评估价值[J]. *国际检验医学杂志*, 2023, 9(1):89-94.
- (收稿日期:2024-03-11 修回日期:2024-05-16)