

## ◁心脏、血管影像学▷

## CCTA 与 DSA 在诊断冠状动脉斑块的临床应用价值

宣拓, 魏来, 董慧玲

(天长市中医院 CT 室, 安徽 天长 239300)

**[摘要]** 目的:探讨冠状动脉 CT 血管造影(CCTA)与数字减影血管造影(DSA)在诊断冠状动脉斑块中的应用价值。方法:回顾性选取 2020 年 1 月—2023 年 5 月本院诊断为冠心病的患者 64 例,均行 CCTA 和 DSA 检查,以 DSA 为金标准,分析比较 CCTA 和 DSA 对冠状动脉斑块检出率及性质和狭窄程度的诊断价值。结果:64 例患者经 DSA 检出冠状动脉斑块 58 例(90.63%),其中轻度狭窄 21 例,中度狭窄 23 例,重度狭窄 14 例,无法有效判断动脉斑块性质。经 CCTA 检出冠状动脉斑块 55 例(85.94%),其中轻度狭窄 19 例,中度狭窄 22 例,重度狭窄 14 例,12 例非钙化斑块、13 例混合斑块和 30 例钙化斑块。以 DSA 为金标准,CCTA 诊断冠状动脉斑块的灵敏度为 94.83%、特异度为 83.33%、准确度为 93.75%、阳性预测值为 98.21%、阴性预测值为 62.50%、Kappa 系数值为 0.680。CCTA 和 DSA 在冠状动脉狭窄程度的检出率比较上均无差异( $P>0.05$ )。轻度狭窄者钙化斑块发生率高于中度和重度狭窄者,非钙化、混合斑块发生率低于中度和重度者( $P<0.05$ )。结论:CCTA 与 DSA 在诊断冠状动脉斑块及其狭窄程度上具有高度一致性,但 CCTA 较 DSA 对斑块性质的诊断价值更高。

**[关键词]** 冠心病;血管造影术;数字减影;计算机体层摄影血管造影术

**[中图分类号]** R541.4;R814.43

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1008-1062(2024)05-0325-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.05.005

## Clinical application of coronary CT angiography and DSA in the diagnosis of coronary artery plaques

XUAN Tuo, WEI Lai, DONG Hui-ling

(CT Room, Tianchang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Tianchang Anhui 239300, China)

**Abstract: Objective:** To explore the application value of coronary CT angiography (CCTA) and DSA in the diagnosis of coronary artery plaques. **Methods:** A total of 64 patients with coronary heart disease in the hospital were enrolled between January 2020 and May 2023. All the patients underwent CCTA and DSA. The detection rates of coronary artery plaques by CCTA and DSA were calculated. Taking DSA as the golden standard, the diagnostic values of CCTA in plaque property and stenosis degree were analyzed. **Results:** Among the 64 patients, there were 58 cases (90.63%) with coronary artery plaques in DSA, including 21 cases with mild stenosis, 23 cases with moderate stenosis, and 14 cases with severe stenosis. There were 55 cases(85.94%) with coronary artery plaques in CCTA, including 19 cases with mild stenosis, 22 cases with moderate stenosis, 14 cases with severe stenosis, 12 cases with non-calcification plaques, 13 cases with mixed plaques, and 30 cases with calcification plaques. Taking DSA as the golden standard, sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value, negative predictive value and Kappa coefficient of CCTA in the diagnosis of coronary artery plaques were 94.83%, 83.33%, 93.75%, 98.21%, 62.50% and 0.680. There was no significant difference in the detection of coronary stenosis between CCTA and DSA ( $P>0.05$ ). Calcification plaques in patients with mild stenosis was higher than that with moderate and severe stenosis, while non-calcification and mixed plaques was lower than that with moderate and severe stenosis ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** CCTA has high consistency with DSA in the diagnosis of coronary artery plaques and stenosis degree. Moreover, CCTA has a higher diagnostic value for plaque properties compared to DSA.

**Key words:** Coronary Disease; Angiography, Digital Subtraction; Computed Tomography Angiography

冠状动脉走行于心脏表面,环绕心脏分布,主要有两大分支即左冠状动脉和右冠状动脉。若冠状动脉出现异常病变,会导致患者心前区不适或出现心绞痛,而当冠状动脉狭窄时则会表现为心悸、胸痛和胸闷等,随病情进展可发展为冠心病,严重影响患者生活质量和身心健康<sup>[1-2]</sup>。因而早期诊断及对症处理对改善冠状动脉病变患者预后十分关键。数字减影血管造影(DSA)被认为是诊断冠状动脉狭窄的“金标准”,然其具创伤性,且检查费用高,辐射量较大,患者接受度不高,导致临床应用受限<sup>[3]</sup>。近年来

因影像学技术的不断更新迭代,冠状动脉 CT 血管造影(CCTA)因安全无创、检查费用低、图像分辨率高等优势被临床广泛应用并获得了认可,可通过扫描整个心脏来获取相应图像,为临床医师诊疗提供资料<sup>[4]</sup>。以往已有研究证实<sup>[5]</sup>,CCTA 的使用对提高冠状动脉病变诊断准确率意义重大。基于上述背景,本研究旨在对比分析 CCTA 与 DSA 对冠状动脉斑块的诊断价值,以为最优检查手段提供依据。

## 1 资料与方法

**[收稿日期]** 2023-10-09;**[修回日期]** 2023-10-24

**[作者简介]** 宣拓(1978-),男,安徽天长人,主治医师。E-mail:13705505109@139.com

**[通信作者]** 宣拓,天长市中医院 CT 室,239300。E-mail:13705505109@139.com

**[基金项目]** 安徽省重点研究与开发计划项目(201905507020060)。

### 1.1 一般资料

回顾性选取 2020 年 1 月—2023 年 5 月在本院诊断为冠心病的患者 64 例,其中男 45 例,女 19 例,年龄 37~78 岁,平均(63.25±8.44)岁,吸烟史 41 例,饮酒史 38 例,合并糖尿病 21 例、高血压 33 例、高血脂 17 例。纳入标准:均符合冠心病诊断标准<sup>[6]</sup>;临床资料完整;均接受 CCTA 和 DSA 检查。排除标准:存在精神疾病者;存在免疫性疾病或肾功能异常者;存在心动过快或心律失常者;存在对造影剂过敏者。此次研究符合《赫尔辛基宣言》基本准则,已豁免知情同意权。

### 1.2 方法

DSA:采用德国西门子 Artiszee DSA 机。嘱患者取仰卧位,行局部麻醉后进行桡动脉穿刺,置入 5F 导管鞘,在导丝的引导下将造影剂注射在左、右冠状动脉的开口处,在注入的同时摄影,观察患者左主干、左前降支、左回旋支和右冠状动脉的情况。

CCTA:采用德国西门子 Flash 双源 CT 机。嘱所有患者在检查前 4 h 禁食禁饮,要求患者心率控制在 100 次/min,当>100 次/min 时则给予酒石酸美托洛尔缓释片 50~100 mg,使其心率控制在≤100 次/min。嘱患者取仰卧位,扫描范围为气管隆突下 10 mm 点至心脏膈面下 20 mm 点,使用高压注射器经肘正中静脉注入碘海醇注射液 55~65 mL,流速为 5.5 mL/s,待注入完毕后注射生理盐水 30 mL,流速同碘海醇注射液,心电门控行心脏扫描,扫描结束后采用容积再现、最大密度投影、表面遮盖和多平面重组等方法观察心脏与冠脉的三维空间结构,了解左主干、左前降支、左回旋支和右冠状动脉的情况。

结果评估:均采用美国心脏协会修订的冠状动脉分段方法<sup>[7]</sup>,由两名工作经验为 5 年以上的影像科医师在双盲状态下行阅片诊断,当意见出现分歧时,邀请另一位医师共同讨论,最终形成统一结果。以 DSA 为金标准,评估 CCTA 对冠状动脉斑块的诊断效能;比较 CCTA 和 DSA 对不同冠状动脉斑块狭窄程度的检出率;比较不同狭窄程度动脉斑块性质。

诊断标准:①斑块狭窄程度<sup>[8]</sup>(采用目测直径法):狭窄程度=(狭窄近心端的正常管径-狭窄管径)/狭窄近心端的正常管径×100%,轻度狭窄:狭窄程度<50%;中度狭窄:狭窄程度 50%~<76%;重度狭窄:狭窄程度 76%~<100%;闭塞:狭窄程度为 100%。②斑块性质<sup>[9]</sup>:非钙化斑块,CT 值≤50 HU;钙化斑块,CT 值≥130 HU;混合斑块,CT 值为 51~<131 HU。

### 1.3 统计学分析

以 SPSS 22.0 行数据处理,计数资料采用(例(%))表达,行  $\chi^2$  检验,等级资料用秩和检验,以

DSA 为金标准,采用 Kappa 一致性分析 CCTA 对冠状动脉斑块的诊断效能,计算敏感度、特异度、准确度、阳性预测值、阴性预测值和 Kappa 值,均以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 DSA 检出结果

64 例患者经 DSA 检出冠状动脉斑块 58 例(90.63%),其中轻度狭窄 21 例,中度狭窄 23 例,重度狭窄 14 例,无法有效判断动脉斑块性质(图 1)。

### 2.2 CCTA 和 DSA 检出结果

CCTA 检出冠状动脉斑块 55 例(85.94%),以 DSA 为金标准,CCTA 诊断冠状动脉斑块的灵敏度为 94.83%、特异度为 83.33%、准确度为 93.75%、阳性预测值为 98.21%、阴性预测值为 62.50%、Kappa 值为 0.680。

### 2.3 CCTA 和 DSA 对冠状动脉斑块狭窄程度的检出率对比

CCTA 检出轻度狭窄 19 例,中度狭窄 22 例,重度狭窄 14 例,与 DSA 检出率比较,差异无统计学意义( $Z=0.040, P=0.837$ )。

### 2.4 CCTA 诊断不同冠状动脉斑块性质情况

经 CCTA 检查发现 12 例非钙化斑块(21.82%)、13 例混合斑块(23.64%)和 30 例钙化斑块(54.55%)。

### 2.5 CCTA 诊断不同动脉狭窄程度的斑块性质情况

非钙化斑块:轻度、中度、重度狭窄者分别为 2 例、4 例、6 例;混合斑块:轻度、中度、重度狭窄者分别为 2 例、6 例、5 例;钙化斑块:轻度、中度、重度狭窄者分别为 15 例、12 例、3 例。其中轻度狭窄患者钙化斑块发生率高于中度和重度狭窄者,非钙化、混合斑块发生率低于中度和重度者( $\chi^2=11.342, P=0.023$ )。

## 3 讨论

近年随我国人口老龄化的加重、生活水平的提高和生活习惯的改变,冠心病发病率呈现逐渐升高的趋势,且越来越趋于年轻化,现已成为我国老年人群除肿瘤之外的最重要死因<sup>[10-12]</sup>。

研究指出<sup>[13]</sup>,冠心病的发生与冠状动脉粥样斑块形成相关,当冠状动脉出现病变且狭窄程度过高时,或可引发冠状动脉堵塞,导致心脏供血不足,使心肌细胞长时间缺血而病变或死亡,从而诱发冠心病。因此早期诊断早期治疗是控制冠心病病情进展,改善患者预后的强有力手段。影像学因其操作便捷,检查准确率高等优点成为多种疾病的首选辅助检查

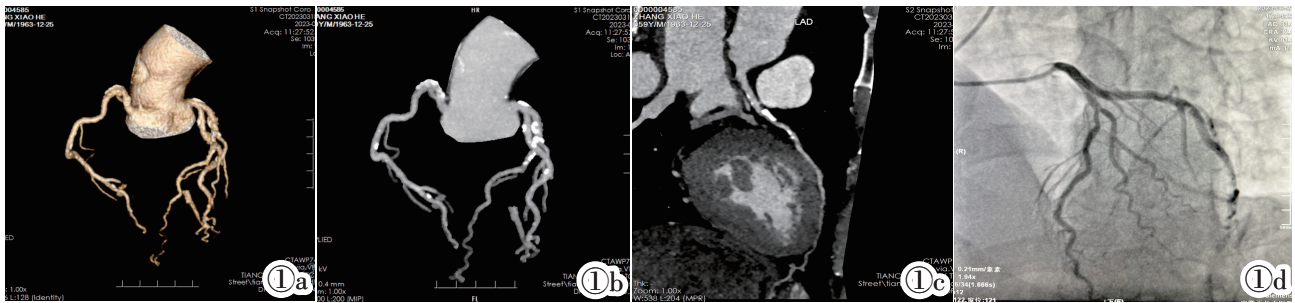


图 1 动脉斑块检出情况。图 1a:VR 图像示右冠状动脉、左前降支近中段、回旋支近中段多发狭窄;图 1b:MIP 图像示右冠状动脉、左前降支近中段、回旋支近中段多发钙化性斑块;图 1c:CPR 图像示左前降支近中段多发钙化性斑块,管腔轻到中度狭窄;图 1d:DSA 图像示左冠状动脉左前降支中段狭窄约 70%~75%。

**Figure 1.** Detection of coronary artery plaques. Figure 1a: Multiple stenosis was detected in the right coronary artery and mesial segments of the left anterior descending branch and circumflex artery in VR image. Figure 1b: Multiple calcification plaques were detected in the right coronary artery, mesial segments of the left anterior descending branch, and circumflex artery in MIP image. Figure 1c: There were multiple calcification plaques and mild to moderate lumen stenosis in the mesial segment of the left anterior descending branch in CPR image. Figure 1d: 70%~75% stenosis was detected in the left coronary artery and middle segment of the left anterior descending branch in DSA image.

手段。CCTA 与 DSA 均为目前诊断冠状动脉斑块较为普遍的两种检查方法,但关于具体选择仍存在争议。因此本研究将进一步对比分析 CCTA 与 DSA 诊断冠状动脉斑块的临床价值,以期临床最优检查方式的选择提供依据。

DSA 是目前诊断冠状动脉狭窄的金标准,可直观的显示冠状动脉形态和病变情况,但其经动脉插管,属有创操作,易损伤血管内膜,引发感染等并发症,对患者不利,且检查费用高,患者不易接受,故临床应用存在一定局限性<sup>[4]</sup>。CCTA 属无创操作,且具有操作简单、风险小、安全性高等优点,可通过注射造影剂清晰显示冠状动脉病变情况。本研究中,64 例患者经 DSA 检出冠状动脉斑块 58 例(90.63%),经 CCTA 检出冠状动脉斑块 55 例(85.94%),以 DSA 检查为金标准,CCTA 诊断冠状动脉斑块的灵敏度为 94.83%、特异度为 83.33%、准确度为 93.75%、阳性预测值为 98.21%、阴性预测值为 62.50%、Kappa 值为 0.680,提示 CCTA 与 DSA 诊断一致性较高。考虑为 CCTA 重建的三维图像清晰,并具有较高的密度、时间和空间分辨率,使冠状动脉管壁和管腔内结构能清晰显示;此外,图像后期的处理准确且迅速,可获得明确清晰的冠脉血管图像,有助于帮助临床更好的诊断冠状动脉病变,从而提高临床诊断效能<sup>[15-16]</sup>。本研究中,CCTA 和 DSA 在冠状动脉狭窄程度的检出率比较上均无差异,与万书友等<sup>[17]</sup>研究类似,说明 CCTA 与 DSA 对冠状动脉狭窄程度的诊断一致性较高,考虑为通过 CCTA 可了解对比剂通过心肌时密度变化,从而反映流经心肌组织内冠状动脉血管网的血流,以此来准确评估冠状动脉狭窄程度<sup>[18]</sup>。

导致冠状动脉狭窄的主要因素之一冠状动脉斑块形成,其中以不稳定斑块(混合斑块和非钙化斑块)尤甚。斑块发生破裂时会导致冠状动脉出现阻塞,使

持续性或急性冠状动脉缺血性心肌坏死的发生风险增加,因此准确评估冠状动脉斑块性质对了解动脉粥样硬化程度和发展尤为关键<sup>[19-20]</sup>。本研究显示,经 CCTA 检查诊断发现 12 例非钙化斑块(21.82%)、13 例混合斑块(23.64%)和 30 例钙化斑块(54.55%);而 DSA 无法有效判断冠状动脉斑块性质,提示 CCTA 可作为评估动脉斑块性质的重要手段。分析原因可能是由于 CCTA 主要是通过监测病变密度来确定斑块性质,可以发现 DSA 难以发现的钙化斑块;此外 CCTA 通过显示冠状动脉分支情况及斑块密度和钙化程度,在一定程度上提高了对冠状动脉钙化斑块的检出率,从而指导临床治疗,降低冠状动脉不良风险的发生率。桂国华等<sup>[21]</sup>研究也显示,与 DSA 相比,CCTA 诊断冠状动脉斑块性质的价值更高,有利于准确判断斑块分型和稳定性。本研究与其基本类似,再次说明了 CCTA 在诊断冠状动脉斑块性质中的有效性。本研究还显示,轻度狭窄者钙化斑块发生率高于中度和重度狭窄者,非钙化、混合斑块发生率低于中度和重度者,与冯长超等<sup>[22]</sup>研究基本类似,考虑为钙化斑块主要与钙结合呈磷酸钙沉积附着在冠脉管壁,故而在冠脉内较为稳定,对狭窄病变的影响较小;而非钙化和混合斑块的成分构成复杂且不稳定,在其演变、破裂过程中极易导致管腔闭塞。尽管如此,CCTA 仍存在不足,如造影剂浓度较低时使对比度和分辨率下降,影响临床诊断;同时在检查过程中可因血管痉挛而导致结果出现偏差。

综上所述,CCTA 与 DSA 在诊断冠状动脉斑块及其狭窄程度上具有高度一致性,但较于 DSA,CCTA 对于冠状动脉斑块性质的诊断价值更高,临床可根据实际需要选择相应的影像学检查手段。本研究不足之处在于所纳入样本量偏少,结果存在偏倚性,对于更多的可能性未来应扩大样本量进一步加以研

究证实。

#### [参考文献]

- [1] Sdogkos E, Xanthopoulos A, Giamouzis G, et al. Diagnosis of coronary artery disease: potential complications of imaging techniques[J]. *Acta Cardiol*, 2022, 77(4): 279–282.
- [2] Katta N, Loethen T, Lavie CJ, et al. Obesity and Coronary Heart Disease: Epidemiology, Pathology, and Coronary Artery Imaging[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2021, 46(3): 100655.
- [3] 丁华永. CTA 在冠心病冠脉狭窄程度及斑块状态评估中的应用[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2022, 20(4): 76–78.
- [4] 孙明菲, 刘婷, 袁雪, 等. 冠脉斑块 CT 血管造影的定性特征对预测心肌缺血的诊断价值 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2021, 32(3): 190–194.
- [5] 李娜, 史晓光, 许书平. CCTA 和 TET 诊断冠心病的价值分析[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2021, 19(5): 17–19.
- [6] 葛均波, 徐永健, 王辰. 内科学[M]. 9 版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 218–227.
- [7] Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, et al. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary CT angiography: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee [J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2014, 8(5): 342–358.
- [8] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中华医学会心血管病学分会动脉粥样硬化与冠心病学组, 中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会, 等. 稳定性冠心病诊断与治疗指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2018, 46(9): 680–694.
- [9] 李健, 郭庆乐, 赵静, 等. 心外膜脂肪密度与冠状动脉斑块的相关研究[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2015, 26(3): 179–182.
- [10] 何礼, 高霞, 沈聪, 等. MSCT 评估老年人群冠心病冠状动脉狭窄程度的准确性研究[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2022, 20(8): 88–89.
- [11] 肖瑶, 李宇珊, 任强, 等. 不同冠状动脉病变程度冠心病患者心肺运动试验相关指标特征分析 [J]. *临床军医杂志*, 2023, 51(5): 479–482; 487.
- [12] 李鹏霄, 裘森涵, 曹杨, 等. 在真实世界中验证冠心病抗血小板治疗优选方案评分对高出血风险急性冠状动脉综合征患者介入术后缺血事件预测价值[J]. *临床军医杂志*, 2023, 51(5): 441–446.
- [13] 龚万洋, 敖炜群, 贾玉柱, 等. 基于双源 CT 不同成像技术对冠脉 CTA 的检查效率和图像质量的影响 [J]. *中国医药导报*, 2020, 17(19): 20–23.
- [14] 王支甫. 256 螺旋 CT 冠脉成像与 DSA 血管造影的对比研究[J]. *仪器*, 2021, 38(2): 94–98.
- [15] 王静, 文娣娣, 薛瑞佳, 等. 基于冠状动脉 CT 血管成像的影像特征分析对诊断缺血性狭窄的价值 [J]. *中华放射学杂志*, 2022, 56(4): 398–404.
- [16] 熊青峰, 付晓荣, 吕丰甫, 等. 冠状动脉 CT 血管成像狭窄评分定量评估缺血相关病变的临床价值 [J]. *国际心血管病杂志*, 2021, 48(1): 42–47.
- [17] 万书友, 杜灵艳, 郑琦. CTA 与 DSA 评估冠心病冠状动脉狭窄程度的临床价值[J]. *医学影像学杂志*, 2023, 33(1): 135–138.
- [18] 乐颖慧, 贺毅. CT 血管成像在评估冠状动脉慢性完全闭塞中的临床应用[J]. *中华放射学杂志*, 2022, 56(2): 209–212.
- [19] 孙萍, 张怡, 王华斌, 等. MSCTA 对冠心病患者冠状动脉狭窄程度及斑块稳定性的评估价值分析 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2021, 32(12): 865–868.
- [20] Lee JM, Choi KH, Koo BK, et al. Prognostic Implications of Plaque Characteristics and Stenosis Severity in Patients With Coronary Artery Disease [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(19): 2413–2424.
- [21] 桂国华, 刘凌华, 畅龙, 等. 应用 128 层 CTA 评估冠状动脉狭窄及斑块性质与 DSA 对照研究 [J]. *中医临床研究*, 2018, 10(27): 38–40.
- [22] 冯长超, 付敏. CT 血管造影术在评估冠脉狭窄程度及其与斑块钙化程度关系中的应用[J]. *中国临床研究*, 2018, 31(10): 1347–1350.
- (上接 324 页)
- [2] 闫闻晓, 周立峰, 丛淑珍, 等. 超微血管成像联合 TI-RADS 分类诊断甲状腺结节良恶性效能评估 [J]. *中国临床医学影像杂志*, 2021, 32(12): 849–852.
- [3] Tian C, Wang Z, Hou X, et al. The diagnostic accuracy of superb microvascular imaging in distinguishing thyroid nodules: A protocol for systematic review and meta analysis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(40): e22350.
- [4] 王文峰, 常叶, 牟荣骥. 超微血流成像技术诊断缺血性脑卒中患者颈动脉狭窄的应用价值[J]. *影像科学与光化学*, 2020, 38(5): 807–810.
- [5] Carral F, Ayala MDC, Jiménez AI, et al. Diagnostic performance of the American Thyroid Association ultrasound risk assessment of thyroid nodules in endocrinology (the ETIEN 3 study)[J]. *Endocrinol Diabetes Nutr(Engl Ed)*, 2020, 67(2): 130–136.
- [6] Adler DD, Carson PL, Rubin JM, et al. Doppler ultrasound color flow imaging in the study of breast cancer: Preliminary findings [J]. *Ultrasound Med Biol*, 1990, 16(6): 553–559.
- [7] 赵永锋, 周平, 彭洪, 等. 超微血管成像及超声造影在甲状腺结节鉴别诊断中的应用[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2019, 44(6): 649–656.
- [8] Zhu YC, Zhang Y, Deng SH, et al. A prospective study to compare superb microvascular imaging with grayscale and color Doppler flow imaging of vascular distribution and morphology in thyroid nodules[J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24: 9223–9231.
- [9] 詹嘉, 陈璐, 万敏, 等. 微血管成像技术探查 BI-RADS 4 类乳腺肿块内穿支血管的价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2014, 30(11): 977–980.
- [10] 毛倩仪, 施倩, 夏伟. 超声引导下细针穿刺与三种 TIRADS 联合对甲状腺结节良恶性的诊断价值比 [J]. *中国临床医学杂志*, 2023, 34(10): 696–700.
- [11] Lu R, Meng Y, Zhang Y, et al. Superb microvascular imaging (SMI) compared with conventional ultrasound for evaluating thyroid nodules[J]. *BMC Med Imaging*, 2017, 17(1): 65.
- [12] 陶玲玲, 詹维伟, 樊金芳, 等. 超微血管成像结合 TI-RADS 鉴别诊断甲状腺良恶性结节 [J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(5): 671–674.
- [13] Cappelli C, Pirola I, Gandossi E, et al. Ultrasound microvascular blood flow evaluation: A new tool for the management of thyroid nodule[J]. *Int J Endocrinol*, 2019, 2019: 7874890.
- [14] Machado P, Segal S, Lyschchik A, et al. A novel microvascular flow technique: initial results in thyroids[J]. *Ultrasound Q*, 2016, 32(1): 67–74.
- [15] Nylén C, Mechera R, Maréchal-Ross I, et al. Molecular markers guiding thyroid cancer management[J]. *Cancers(Basel)*, 2020, 12(8): 2164.
- [16] 李文, 杨波, 朱绘绘, 等. 常规超声联合微血管成像技术在甲状腺皱缩结节与乳头状癌鉴别诊断中的价值[J]. *中国超声医学杂志*, 2022, 38(10): 1081–1084.
- [17] Choi YJ, Yun JS, Kim DH. Clinical and ultrasound features of cytology diagnosed follicular neoplasm[J]. *Endocr J*, 2009, 56(3): 383–389.