

衰减校正技术在 SPECT 心肌灌注显像中的应用分析

薛及弟 张磊 卫华

山西医科大学第一医院核医学科, 太原 030001

通信作者: 卫华, Email: jennyhua1981@sina.com

【摘要】 心肌灌注显像(MPI)的伪影对其图像质量以及图像的判别产生较大影响, 造成假阳性率较高。目前针对软组织衰减所造成的伪影主要有以下 2 类校正技术, 非 X 射线校正法(如变换体位采集、门控采集和固体¹⁵³Gd 线源穿透式采集)和 CT 衰减校正法。明确 2 种方法的应用范围及其优缺点, 使临床医师在阅片中对伪影有正确的分析判断, 从而提高诊断的准确率。

【关键词】 心肌灌注显像; 体层摄影术, 发射型计算机, 单光子; 衰减校正; 伪影

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201903060-00022](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201903060-00022)

Application analysis of attenuation correction technique in SPECT myocardial perfusion imaging

Xue Jidi, Zhang Lei, Wei Hua

Department of Nuclear Medicine, First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China

Corresponding author: Wei Hua, Email: jennyhua1981@sina.com

【Abstract】 Artifacts of myocardial perfusion imaging, greatly influence on the image quality and image discrimination, resulting in a high false-positive rate. Many techniques have been developed for correcting various artifacts, including non-X-ray attenuation correction method (such as change-position acquisition, gated acquisition and solid ¹⁵³Gd line-source penetration acquisition) and CT attenuation correction method. Clarify the application scope and advantages and disadvantages of the two methods, so that the clinician can correctly analyze and judge the artifacts in the reading, thereby improving the accuracy of diagnosis.

【Key words】 Myocardial perfusion imaging; Tomography, emission-computed, single-photon; Attenuation correction; Artifact

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-201903060-00022](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-201903060-00022)

SPECT 心肌灌注显像 (myocardial perfusion imaging, MPI) 是心脏病学的重要组成部分, 其可以为临床治疗方案的确提供充分的理论依据, 同时还可以对疗效及预后作出准确的判断^[1]。但其诊断的准确率还不能完全令人满意, 最常见的原因在于软组织衰减所导致的衰减伪影。对于常见伪影, 可以通过非 X 射线衰减校正法和 CT 衰减校正法进行校正。本文就 MPI 的常见伪影以及伪影的校正方法进行综述。

1 MPI 常见伪影

MPI 对冠心病的诊断和功能评估安全且准确率高, 并且是非侵入性的^[1]。放射性核素显像是通

过探测器探测体内发出的 γ 射线进行显像, 故体内的非靶器官组织会对其靶器官造成软组织衰减, 从而影响靶器官的显像。软组织的衰减使显像靶器官的计数率降低, 尤以深部器官的降低最为显著, 从而导致假阳性^[2]。心脏位于胸腔内且为不对称脏器, 所以在 MPI 中, 软组织衰减造成的伪影很常见^[3], 其主要包括^[4-5]: (1) 膈肌衰减伪影。由于膈肌位置较高, 可能对心脏下后壁有衰减, 一般表现为左心室下后壁的显像剂分布稀疏或出现缺损的伪影。横膈伪影在肥胖患者中很常见, 并且在有腹水或者正在进行腹膜透析的患者中更加明显。(2) 乳房衰减伪影。女性的左侧乳房衰减可能会导致左心室前壁、侧壁及下壁出现位置相对固定的显像剂灌

注稀疏或缺损的伪影,伪影的程度和部位与乳房的厚度和位置有关^[6]。胸大肌较大者或肥胖者在前壁或侧壁出现相对固定的显像剂灌注稀疏或缺损的伪影,经常被误诊为心肌缺血或心肌纤维瘢痕,多次检查可以进行鉴别^[7]。

此外,还包括以下伪影:(1)患者在行 MPI 检查前,行严格的质量控制从而避免由于机器本身的原因而产生的伪影。(2)因图像处理不规范所产生的伪影,规范处理图像后可以避免。(3)现阶段用于 MPI 的药物,无论是²⁰¹Tl 或⁹⁹Tc^m 标记的药物,均不能避免肝脏的摄取,肝脏的摄取会影响左心室下壁的图像。规范显像操作流程、注射显像剂后间隔充分的时间再进行显像,同时服用脂肪餐,从而加快显像剂在肝内的排泄,对避免肝脏伪影以及上述伪影均有帮助^[8-9]。

2 MPI 出现伪影的校正方法

2.1 非 X 射线衰减校正技术

非 X 射线衰减校正技术校正 MPI 中出现的各种伪影的方法有以下 3 种:(1)变换体位采集^[10]。正常受检者采用仰卧位采集方式,左心室下后壁均会出现不同程度的衰减伪影。而采用俯卧位采集时,可以减小横膈衰减所致的伪影,对下后壁伪影有所校正。这可能是由于心脏底部受主动脉的牵拉,位置较为固定,而心尖部游离于纵隔内活动性大,改变体位后横膈与心脏下壁的位置发生改变,使下壁得以显示。仰卧位采集时,左心室侧壁与前壁图像显影清晰,俯卧位采集时下壁和间壁图像显影清晰。有文献报道,右侧卧位显像能使左心室下后壁的衰减伪影得到改善,但同时在前壁或心尖部会出现新的放射性降低^[11]。但较多的研究表明,俯卧位和右侧卧位采集只能对仰卧位采集进行补充,不能完全替代仰卧位采集,只有当仰卧位采集图像不理想时,才使用其他体位采集^[12-14]。(2)门控采集。在提供心肌灌注信息的同时还可以观察心室壁运动,辅助判断心室壁放射性计数以及缺损的临床意义。研究表明,门控采集在诊断右侧冠状动脉(right coronary artery, RCA)的病变以及可逆性的心肌灌注稀疏或缺损均有很大的帮助;门控采集可以观察左心室壁运动,固定性稀疏、缺损对 RCA 病变诊断的阳性率为 44%,而固定性稀疏、缺损伴相应室壁活动减弱对 RCA 病变诊断的

阳性率则为 83%,固定性稀疏、缺损同时室壁活动正常,基本可以排除 RCA 病变,准确率为 92%^[15]。(3)机器内装有固体¹⁵³Gd 射线源^[16],此射线的能峰 100 keV 与临床常用的核素⁹⁹Tc^m 和²⁰¹Tl 的能峰有所区别。采集时使用 3 个窗口,即⁹⁹Tc^m 的发射采集窗口、⁹⁹Tc^m 的散射峰窗口和²⁰¹Tl 的另 1 个发射采集窗口、¹⁵³Gd 线源的穿透性射线的窗口,通过计算这 3 个窗口采集的数据,不仅校正了散射和衰减伪影,还使得其后的分辨率得以恢复。但是,这种放射源获得透视图像所需的时间相对较长,患者难以耐受,易发生体位位移,并且图像质量较差,不能用于图像融合,只能用于衰减校正计算^[17]。

2.2 CT 衰减校正技术

随着 SPECT/CT 的普及,CT 衰减校正的优势较为突出。CT 图像在提供准确解剖定位信息的同时,还能为 MPI 提供准确的衰减校正数据,从而提高 MPI 断层图像的质量^[18]。有研究表明,无论静息显像还是负荷显像,CT 衰减校正图像的放射性计数均比无衰减校正(no attenuation correction, NOAC)图像增加了 2~3 倍,而且室壁各阶段的放射性分布趋于均匀^[19]。Xin 等^[20] 研究表明,相较于 NOAC,CT 衰减校正后提高了 MPI 的特异度(55.1% vs. 86.9%, $P < 0.001$);同时 CT 衰减校正对于男性和体重指数 $\geq 24 \text{ kg/m}^2$ 的患者的诊断更有价值。另有研究结果发现,相较于女性受检者,CT 衰减校正对男性受检者冠心病诊断的准确率更高^[21]。Thompson^[22] 研究表明,CT 衰减校正可明显提高左心室下壁、间壁和侧壁的放射性计数,在男性受检者中,有 81.4%(48/59)的受检者下后壁放射性计数明显提高,明显高于女性的 43.1%(22/51)。以上结果表明,CT 衰减校正对男性膈肌造成的下后壁衰减伪影有较好的补偿作用。Raza 等^[23] 研究发现,对于 RCA 病变患者,行 CT 衰减校正较 NOAC 提高了图像的特异度(92.45% vs. 28.3%)。IQ-SPECT 是一种针孔采集技术,对这种技术的 CT 衰减校正已有相关的报道。李珺奇等^[24] 研究发现,新型 IQ-SPECT 采集经 CT 衰减校正后,受检者下壁和间隔的放射性摄取比值均明显升高,而心尖部则显著降低。Matsuo 等^[25] 研究结果也表明,IQ-SPECT 图像经 CT 衰减校正后心尖下壁中段的灌注评分有所下降。Shibutani 等^[26] 对心脏模型的研究发现,CT 衰减校正后左心室下壁的放

射性摄取比值中位数较 NOAC 明显增高(69.2% vs. 50.7%)。这均与平行孔 SPECT 衰减校正表现一致。

但是 CT 衰减校正也有其局限性, 主要为其虽然提高了部分心肌壁段的放射性计数, 但是会降低心尖部或前壁的放射性计数, 从而出现新的伪影。这可能是由于心尖及前壁较接近体表, CT 衰减校正对其补偿相对不足, 而且心尖的心肌相对较薄, 容易受部分容积效应的影响, 也可能是由于 CT 和 MPI 图像配位不准^[27]。另有研究表明, NOAC 图像心尖的放射性计数与其他相邻室壁没有差异, 而 CT 衰减校正后却明显低于其相邻室壁^[28]。卫华等^[29] 研究表明, CT 衰减校正能有效地鉴别 MPI 的下后壁伪影, 但可引起心尖和前壁新的伪影出现。对于新型 IQ-SPECT 采集, 李珺奇等^[24] 和 Matsuo 等^[25] 研究也发现, CT 衰减校正后心尖部的放射性摄取比值则显著减低, 同样这也与平行孔 SPECT 衰减校正表现一致。因此, 在行图像鉴别诊断时, 需要结合原始 MPI 和 CT 衰减校正后的图像进行综合判断。

由于 MPI 采集和 CT 采集不是同时进行, 经常会由于各种原因(如患者位置的移动、呼吸运动或心脏的生理性搏动、融合图像的准确性)使 MPI 和 CT 图像配位不准, 从而导致 CT 衰减校正图像产生伪影。Apostolopoulos 等^[30] 研究发现, 对 150 例受检者行 MPI+CT 衰减校正, 其中有 24% 的受检者有至少 1 个像素的配准不良。有研究表明, 由于配位不准而产生图像的伪影主要以左心室心尖和前壁为著^[31]。Goetze 和 Wahl^[32] 研究表明, 配位不准常导致前壁、间壁及下壁放射性分布改变。更多的研究表明, 配位不准与重新配位之间的放射性分布有差异, 且重新配位之后放射性分布有所改善^[30]。黄克敏等^[33] 报道, 58 例患者(58/110, 52.73%) 出现 78 次图像配准不良, 对配位不准的图像重新配准后, 心尖、前壁和侧壁的放射性计数百分比值均明显改善(均 $P < 0.05$)。Bai 和 Conwell^[34] 报道, CT 和 MPI 图像配位不准对左心室各室壁图像的影响主要与方向和幅度有关, 他们分析了水平移动、垂直移动和旋转运动的影响, 结果发现水平移动较垂直移动对图像质量的影响较大, 而旋转运动对图像质量的影响最小。Fricke 等^[35] 研究表明, CT 与 MPI 图像在前后方向移动 0.5 像素(3.5 mm)时, 左心室前间壁出现明显的

放射性分布减低, 但是侧壁和下壁达到 1.75 像素(1.2 cm)时, 才会有明显的减低。当图像向左、右、上、下、前、后位移时, 分别在间壁、前壁、心尖、前壁和心尖、心尖和侧壁、侧壁和下后壁出现明显的图像伪影。

总之, CT 衰减校正能明显提高左心室下后壁、间壁和侧壁的放射性分布, 改善 MPI 的衰减伪影, 其临床应用价值也已得到广泛认可, 但是同时也会使心尖部或前壁的放射性分布降低。因此, 在临床工作中使用 CT 衰减校正技术对软组织衰减伪影进行判别时, 需要考虑上述 CT 衰减校正对图像的影响特点, 同时结合受检者的基本信息, 如性别和体型等综合判断。还要密切关注 CT 和 MPI 图像配位不准对衰减校正后 MPI 图像的影响, 并综合分析, 必要时对 MPI 和 CT 图像进行重新配位。

3 结语

MPI 可以通过多种衰减校正技术进行伪影的鉴别, 帮助医师进行正确判断, 变换体位对 CT 设备没有要求, 而 CT 衰减校正技术优势明显, 但同时要注意产生新的伪影。在临床工作中我们要按需求进行选择。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 薛及弟负责文献的检索与整理、综述的撰写; 张磊负责文献的检索、归纳与分析; 卫华负责综述的修改与审阅。

参 考 文 献

- [1] Kang SH, Choi HI, Kim YH, et al. Impact of Follow-Up Ischemia on Myocardial Perfusion Single-Photon Emission Computed Tomography in Patients with Coronary Artery Disease[J]. *Yonsei Med J*, 2017, 58(5): 934-943. DOI: 10.3349/yjm.2017.58.5.934.
- [2] Harma P, Patel CD, Karunanithi S, et al. Comparative accuracy of CT attenuation-corrected and non-attenuation-corrected SPECT myocardial perfusion imaging[J]. *Clin Nucl Med*, 2012, 37(4): 332-338. DOI: 10.1097/rlu.0b013e31823ea16b.
- [3] Huang JY, Huang CK, Yen RF, et al. Diagnostic Performance of Attenuation Corrected Myocardial Perfusion Imaging for Coronary Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Nucl Med*, 2016, 57(12): 1893-1898. DOI: 10.2967/jnumed.115.171462.
- [4] 黄克敏, 冯彦林, 温广华, 等. 右侧卧位显像对成年女性 SPECT 心肌灌注显像中左心室前壁衰减伪影的鉴别价值[J]. *中华核*

- 医学与分子影像杂志, 2013, 33(6): 444-447. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.06.011.
- Huang KM, Feng YL, Wen GH, et al. The value of fight lateral decubitus position to decrease artificial defect of cardiac anterior wall in ^{99m}Tc -MIBI SPECT myocardial perfusion imaging for women[J]. *J Nucl Med Mol Imaging*, 2013, 33(6): 444-447. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2013.06.011.
- [5] Doukky R, Rahaby M, Chawla D, et al. Soft Tissue Attenuation Patterns Associated with Upright Acquisition SPECT Myocardial Perfusion Imaging: A Descriptive Study[J]. *J Cardiovasc Med*, 2012, 6(1): 22-27. DOI: 10.2174/1874192401206010022.
- [6] Perrin M, Djaballah W, Moulin F, et al. Performances diagnostiques des tomoscintigraphies myocardiques de stress, réalisées avec une caméra à semi-conducteurs et un protocole très faible dose[J]. *Méd Nucl*, 2014, 38(2): 140. DOI: 10.1016/j.mednuc.2014.03.045.
- [7] Kheruka SC, Naithani UC, Aggarwal LM, et al. An investigation of a sinogram discontinuity artifact on myocardial perfusion imaging[J]. *J Nucl Med Technol*, 2012, 40(1): 25-28. DOI: 10.2967/jnmt.111.095562.
- [8] McGee M, Ferreira D, Tvedten O, et al. Specificity of Myocardial Perfusion Imaging: Issues With Proposed MBS Item Review[J/OL]. *Heart Lung Circ*, 2018, 28(3): e23-e25[2019-03-29]. [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1443-9506\(18\)30593-6](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1443-9506(18)30593-6). DOI: 10.1016/j.hlc.2018.04.304.
- [9] Xin W, Yang X, Wang J, et al. Gated single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging is superior to computed tomography attenuation correction in discriminating myocardial infarction from attenuation artifacts in men and right coronary artery disease[J]. *Nucl Med Commun*, 2019, 40(5): 491-498. DOI: 10.1097/MNM.0000000000001009.
- [10] Ceylan GE, Erdogan A, Yalcin H, et al. Prone imaging allows efficient radiopharmaceutical usage by obviating the necessity of a rest study in Tc-99m-methoxyisobutylisonitrile myocardial perfusion scintigraphy[J]. *Nucl Med Commun*, 2011, 32(4): 284-288. DOI: 10.1097/MNM.0b013e32834462ee.
- [11] Kuşlu D, Öztürk E. A Comparison of Iterative Reconstruction and Prone Imaging in Reducing the Inferior Wall Attenuation in Tc-99m Sestamibi Myocardial Perfusion SPECT[J]. *Mol Imaging Radionucl Ther*, 2017, 26(3): 110-115. DOI: 10.4274/mirt.83007.
- [12] Bamberg F, Klotz E, Flohr T, et al. Dynamic myocardial stress perfusion imaging using fast dual-source CT with alternating table positions: initial experience[J]. *Eur Radiol*, 2010, 20(5): 1168-1173. DOI: 10.1007/s00330-010-1715-9.
- [13] Worden NE, Lindower PD, Burns TL, et al. A second look with prone SPECT myocardial perfusion imaging reduces the need for angiography in patients at low risk for cardiac death or MI[J]. *J Nucl Cardiol*, 2015, 22(1): 115-122. DOI: 10.1007/s12350-014-9934-0.
- [14] Stathaki M, Koukouraki S, Papadaki E, et al. The Benefits of Prone SPECT Myocardial Perfusion Imaging in Reducing Both Artifact Defects and Patient Radiation Exposure[J]. *Arq Bras Cardiol*, 2015, 105(4): 345-352. DOI: 10.5935/abc.20150122.
- [15] Taqueti VR, Dorbala S, Wolinsky D, et al. Myocardial perfusion imaging in women for the evaluation of stable ischemic heart disease-state-of-the-evidence and clinical recommendations[J]. *J Nucl Cardiol*, 2017, 24(4): 1402-1426. DOI: 10.1007/s12350-017-0926-8.
- [16] 冯建林, 赵中强, 袁冬兰, 等. ^{153}Gd 衰减校正对门控心肌断层显像测定左室心功能参数的影响[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2011, 31(8): 1216-1219. DOI: 10.7655.
- Feng JL, Zhao ZQ, Yuan DL, et al. ^{153}Gd attenuation corrected ^{99m}Tc -MIBI gated myocardial perfusion single photon emission tomography for the assessment of left ventricular function[J]. *Acta Univer Med Nanjing (Nat Sci)*, 2011, 31(8): 1216-1219. DOI: 10.7655.
- [17] Saucier S, Singhvi A, Verma I, et al. P296 Impact of Gd-153 line source attenuation correction on downstream invasive testing in patients without known CAD undergoing SPECT MPI[J/OL]. *Eur Heart J Card Img*, 2019, 20(S3): jez148.024[2019-03-29]. <http://europemc.org/article/MED/29891247>. DOI: 10.1093/ehjci/jez148.024.
- [18] Peli A, Camoni L, Zilioli V, et al. Attenuation correction in myocardial perfusion imaging affects the assessment of infarct size in women with previous inferior infarct[J]. *Nucl Med Commun*, 2018, 39(4): 290-296. DOI: 10.1097/MNM.0000000000000813.
- [19] Xu Y, Fish M, Gerlach J, et al. Combined quantitative analysis of attenuation corrected and non-corrected myocardial perfusion SPECT: Method development and clinical validation[J]. *J Nucl Cardiol*, 2010, 17(4): 591-599. DOI: 10.1007/s12350-010-9220-8.
- [20] Xin WC, Shao XL, Wang YT. Is there an incremental value to use myocardial perfusion imaging with or without CT attenuation for the diagnosis of coronary artery disease? A study in Chinese patients[J]. *Hell J Nucl Med*, 2018, 21(1): 48-54. DOI: 10.1967/s002449910706.
- [21] Cuocolo A. Attenuation correction for myocardial perfusion SPECT imaging: still a controversial issue[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2011, 38(10): 1887-1889. DOI: 10.1007/s00259-011-1898-6.
- [22] Thompson RC. CT attenuation correction for thallium SPECT MPI and other benefits of multimodality imaging[J]. *J Nucl Cardiol*, 2019, 26(5): 1596-1598. DOI: 10.1007/s12350-018-1255-2.
- [23] Raza H, Jadoon LK, Mushtaq S, et al. Comparison of non-attenuation corrected and attenuation corrected myocardial perfusion SPECT[J]. *Egypt J Radiol Nucl Med*, 2016, 47(3): 783-792. DOI: 10.1016/j.ejrmm.2016.05.006.

- [24] 李珺奇, 焦建, 牟甜甜, 等. CT 衰减校正对 IQ-单光子发射型电子计算机断层扫描心肌灌注显像中的应用价值[J]. *心肺血管病杂志*, 2017, 36(10): 853-857. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5062.2017.10.016](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-5062.2017.10.016).
- Li JQ, Jiao J, Mou TT, et al. Influence of CT attenuation correction on IQ-Singlephoton emission CT myocardial perfusion imaging in patients without coronary artery disease[J]. *J Cardio Pulmonary Dis*, 2017, 36(10): 853-857. DOI: [10.3969/j.issn.1007-5062.2017.10.016](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-5062.2017.10.016).
- [25] Matsuo S, Nakajima K, Onoguchi M, et al. Nuclear myocardial perfusion imaging using thallium-201 with a novel multifocal collimator SPECT/CT: IQ-SPECT versus conventional protocols in normal subjects[J]. *Ann Nucl Med*, 2015, 29(5): 452-459. DOI: [10.1007/s12149-015-0965-7](https://doi.org/10.1007/s12149-015-0965-7).
- [26] Shibutani T, Onoguchi M, Yoneyama H, et al. Characteristics of iodine-123 IQ-SPECT/CT imaging compared with conventional SPECT/CT[J]. *Ann Nucl Med*, 2019, 33(2): 103-111. DOI: [10.1007/s12149-018-1310-8](https://doi.org/10.1007/s12149-018-1310-8).
- [27] Kanzaki T, Kasama S, Takahashi Y, et al. Improvements in Segmentation Using Scatter and Photopeak Window Data for Attenuation Correction in Myocardial SPECT[J]. *Ann Nucl Med*, 2017, 2(1): 38-43. DOI: [10.17996/ANC.16003](https://doi.org/10.17996/ANC.16003).
- [28] Okuda K, Nakajima K, Matsuo S, et al. Cause of apical thinning on attenuation-corrected myocardial perfusion SPECT[J]. *Nucl Med Commun*, 2011, 32(11): 1033-1039. DOI: [10.1097/mnm.0b013e32834b69e1](https://doi.org/10.1097/mnm.0b013e32834b69e1).
- [29] 卫华, 李思进, 刘建中, 等. X 线衰减校正用于^{99m}Tc^m-N-NOET SPECT 心肌灌注显像[J]. *中国医学影像技术*, 2010, 26(10): 1953-1956. DOI: [CNKI:SUN:ZYXX.0.2010-10-063](https://doi.org/CNKI:SUN:ZYXX.0.2010-10-063).
- Wei H, Li SJ, Liu JZ, et al. X-ray attenuation correction on ^{99m}Tc^m-N-NOET SPECT myocardial perfusion imaging[J]. *Chin J Med Imaging Technol*, 2010, 26(10): 1953-1956. DOI: [CNKI:SUN:ZYXX.0.2010-10-063](https://doi.org/CNKI:SUN:ZYXX.0.2010-10-063).
- [30] Apostolopoulos DJ, Gasowska M, Savvopoulos CA, et al. The impact of transmission-emission misregistration on the interpretation of SPET/CT myocardial perfusion studies and the value of misregistration correction[J]. *Hell J Nucl Med*, 2015, 18(2): 114-121. DOI: [10.1967/s002449910205](https://doi.org/10.1967/s002449910205).
- [31] Tootell A, Vinjamuri S, Elias M, et al. Clinical evaluation of the computed tomography attenuation correction map for myocardial perfusion imaging the potential for incidental pathology detection[J]. *Nucl Med Commun*, 2012, 33(11): 1122-1126. DOI: [10.1097/MNM.0b013e3283571b35](https://doi.org/10.1097/MNM.0b013e3283571b35).
- [32] Goetze S, Wahl RL. Prevalence of misregistration between SPECT and CT for attenuation-corrected myocardial perfusion SPECT[J]. *J Nucl Cardiol*, 2007, 14(2): 200-206. DOI: [10.1016/j.nuclcard.2006.12.325](https://doi.org/10.1016/j.nuclcard.2006.12.325).
- [33] 黄克敏, 冯彦林, 温广华, 等. SPECT/CT 心肌灌注显像图像配准情况及其对图像质量的影响[J]. *中国医学影像技术*, 2014, 30(10): 1574-1578.
- Huang KM, Feng YL, Wen GH, et al. Images registration of SPECT/CT myocardial perfusion imaging and effect on image quality[J]. *Chin J Med Imaging Technol*, 2014, 30(10): 1574-1578.
- [34] Bai C, Conwell R. A new technique to systematically minimize misregistration introduced errors in cardiac perfusion studies with attenuation correction[C]//Proceedings of 2012 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference. Anaheim: IEEE, 2012: 3157-3160. DOI: [10.1109/NSSMIC.2012.6551720](https://doi.org/10.1109/NSSMIC.2012.6551720).
- [35] Fricke H, Fricke E, Weise R. A method to remove artifacts in attenuation-corrected myocardial perfusion SPECT introduced by misalignment between emission scan and CT-derived attenuation maps[J]. *J Nucl Med*, 2004, 45(10): 1619-1625. DOI: [10.1177/1051228404265748](https://doi.org/10.1177/1051228404265748).

(收稿日期: 2019-03-30)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

郑重声明

近期发现有单位盗用我刊名义, 在社会上征集稿件、征收版面费, 造成了极其恶劣的影响, 严重地损害了我刊声誉。在此, 我刊编辑部严重声明, 我们未委托任何单位、公司及网站办理网上投稿、组稿及其相关业务。请广大读者、作者提高警惕, 以免上当受骗。我刊网站(www.ijrmm.com)可在线投稿、查询、审稿、退稿等, 欢迎广大读者、作者登录并进行相关浏览和投稿。

联系电话: 022-87890607

联系邮箱: gjfh2006@sina.com

本刊编辑部