

核素肺通气/灌注显像在非肺栓塞疾病中的应用

王蒙 汪蕾 方纬

北京协和医学院、中国医学科学院阜外医院核医学科 100037

通信作者:方纬, Email: nuclearfw@126.com

【摘要】 核素肺通气/灌注(V/Q)显像常用于肺栓塞的诊断。随着显像设备、显像药物及定量技术的发展,在其他肺部疾病中的应用范围日趋扩大,该综述主要内容为 V/Q 显像在非肺栓塞疾病中的临床应用。

【关键词】 肺疾病;通气/灌注显像;发展趋势

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.09.012

Application of lung ventilation/perfusion imaging in non-pulmonary embolic diseases

Wang Meng, Wang Lei, Fang Wei

Department of Nuclear Medicine, Fuwai Hospital, National Center for Cardiovascular Diseases, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100037, China

Corresponding author: Fang Wei, Email: nuclearfw@126.com

【Abstract】 Lung ventilation/perfusion (V/Q) imaging is the recommended diagnostic technique for pulmonary embolism. With the development of imaging equipments, radiopharmaceuticals and new quantitative techniques, lung V/Q imaging has been increasingly used in other lung diseases. This article reviews the clinical application of lung V/Q imaging in non-pulmonary embolic diseases.

【Key words】 Lung disease; Ventilation/perfusion imaging; Trends

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2019.09.012

核素肺通气/灌注(ventilation/perfusion, V/Q)显像常用于肺栓塞的诊断。近年来,随着显像设备和显像药物的发展,V/Q 显像图像质量明显提高,并且能够进行定量分析,因此该技术在其他肺部疾病中的应用范围日趋扩大,本文就这方面的临床应用进展进行综述。

一、V/Q 显像技术的进步

传统的 V/Q 平面显像正逐步向 SPECT 断层显像转变。平面显像由于其自身二维成像的技术缺陷,如重叠影像多、图像分辨率差及部分容积效应显著等,诊断准确性较低;而 V/Q SPECT 显像时探头围绕人体旋转,产生多角度平面图像,最终重建出断层及三维影像,可避免肺段重叠,能更准确地确定单个肺段灌注缺损大小和位置,还能实现核素显像与 CT 图像的融合,大大提高了疾病的检出率和诊断准确性,降低诊断不明确率^[1-2]。

在显像药物方面,肺通气显像剂如⁸¹Kr^m和¹³³Xe 反映局部通气较为准确,但由于⁸¹Kr^m成本高、可用性略差,¹³³Xe 再循环和低 γ 光子能量会导致空间分辨率低,故两者均非理想选择。⁹⁹Tc^m-二乙撑三胺五乙酸(diethylene triamine pentaacetic acid, DTPA)和⁹⁹Tc^m-锝气体(TechneGas)易获得、成本低、成像质量好,应用广泛^[3]。与⁹⁹Tc^m-DTPA 相比,⁹⁹Tc^m-TechneGas 雾化产生的颗粒更小,更均匀,使肺通气显像的图像质量明显改善,提高了诊断特异性^[4-5]。⁶⁸Ga-大颗粒聚合白蛋白(macroaggregated albumin, MAA)等正电子核素显像药物逐渐成熟,使 PET 显像技术能够用于 V/Q 显像,图像空间分辨率进一步提高,诊断更为精准^[6]。

此外,学界也在不断探索 V/Q 显像的定量分析技术,先后提出了一些定量分析方法(指标),如上下肺野放射性计数比法、左侧卧位至右侧卧位放射性核素的肺野分布转移率法、全肺灌注缺损百分数法(Meyer 法)、分布指数定量分析法、三维形分析法^[7]、V/Q 分布异质性分析^[8]等,为 V/Q 显像临床应用范围的扩展提供了较好的基础。

二、V/Q 显像在肺部肿瘤诊疗中的应用

肺部肿瘤病灶直接压迫或浸润肺血管、气管或支气管可导致局部血流、通气减少甚至闭塞,在 V/Q 图像上出现相应的放射性减低或缺损区。V/Q 显像可以用于肿瘤患者手术或放疗前肺功能的评估,探查肿块浸润的范围以及血管、气管受累的情况,以便指导手术或放疗计划制定;还可以用于监测手术或放疗前后肺功能的变化,并评估预后。

影响肺癌患者 V/Q 功能的因素主要是肿瘤位置。中央型肿块堵塞、压迫支气管和肺血管的主干,故该类患者比周围型肺癌患者的肺功能差。多项研究结果显示,V/Q 对第 1 秒用力呼气量(forced expiratory volume in 1 s, FEV1)的预测值与术后实测值之间的相关系数在 0.54~0.98 间^[9-11]。

在 V/Q 显像辅助放疗方面也有许多新的探索。SPECT/CT 或 PET/CT 将解剖定位和功能定位相结合,有利于建立更合理的放疗靶区,减少肺功能区受照剂量,最大限度地降低放射性肺损伤^[12]。Shioyama 等^[13]比较了 16 例局部晚期非小细胞肺癌(non-small-cell lung cancer, NSCLC)调强适形放疗(intensity-modulated radiation therapy, IMRT)计划,研究结果经 Q SPECT 优化后,IMRT 计划能更有效地保护功能

肺组织。Siva 等^[14]也利用四维 V/Q PET/CT 进行功能导向,设计避开功能性肺的个体放疗方案,从而减少剂量。

V/Q 显像还被用于监测肺癌患者放疗后局部肺血流灌注变化和并发症。Yuan 等^[15]发现 56 例 NSCLC 患者放疗后,局部 V/Q 缺损区较治疗前明显减小,中央型肿块 V/Q 的变化较周围型更为显著,表明肿瘤体积明显缩小。Farr 等^[16]的研究发现:与标准参数相比,基于 Q SPECT 的功能性剂量-体积参数可更好地预测放射性肺炎的风险,是一项灵敏度和特异性更高的独立预测指标,在减少放射性损伤方面具有重要的应用前景。

三、V/Q 显像在慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 中的应用

COPD 是一种有气流受限表现的进行性发展的肺部疾病。气流受限不完全可逆,在 V/Q 显像上主要以气道阻塞、通气再分布为特点,通气图像上表现为中央气道内放射性沉积增多,形成不规则分布的“热点”,而气道末梢、肺内放射性分布减少且不均匀,表现为散在的减低或缺损区;灌注图像表现为放射性分布呈非段节性斑片状减低或缺损区,病变部位与通气显像基本匹配,但程度较轻。核素通气显像对气道阻塞性疾病的诊断灵敏度可达 90%^[17]。V/Q 放射性分布的紊乱程度与病情严重程度密切相关。Bajc 等^[18]根据 V/Q 显像将 COPD 的严重程度分为 0~3 级,该分级结果与阻塞性肺疾病全球行动计划 (global initiative for obstructive lung disease, GOLD) 分级有良好的相关性和一致性。此外,V/Q 显像对进行肺容积减少术的 COPD 病例选择及手术部位、范围的确定具有重要的参考价值。王火强等^[19]对 128 例 COPD 患者行 V/Q 显像,并根据显像结果指导减容术病例的选择,确定手术部位和范围,其中 29 例手术的患者 V/Q 显像均表现为局灶型放射性缺损,术后 3~6 个月患者的肺功能均得到明显改善。

四、V/Q 显像在肺高压 (pulmonary hypertension, PH) 的应用

V/Q 显像是慢性血栓栓塞性肺高压 (chronic thromboembolic pulmonary hypertension, CTEPH) 诊断的首选检查,其对于其他类型 PH 也有重要的作用。Chan 等^[20]发现:78.9% 的 PH 患者呈现出弥漫或斑片状灌注缺损,其中整体灌注异常患者较局部灌注异常和无灌注异常患者的平均肺动脉压和肺血管阻力高,整体灌注异常患者的全因死亡率明显增加,其风险比达 5.63。肺灌注缺损程度还可预测特发性 PH 患者是否对贝前列素钠长期治疗有效^[21]。此外,还有研究探讨了一些特殊类型 PH 的 V/Q 图像特征,如肺静脉闭塞症^[22]、肺毛细血管瘤病^[23]等。

五、V/Q 显像在成人肺血管病变的应用

Takayasu 动脉炎是一种主要累及主动脉及其主要分支的不明原因的慢性动脉疾病,除常累及主动脉弓、锁骨下动脉和颈动脉外,也累及肺动脉。V/Q 显像可用于评估肺动脉累及程度。Castellani 等^[24]发现:18 例 Takayasu 动脉炎中,有 10 例 (55.5%) 存在肺叶、肺段或亚肺段的灌注缺损,其中 90% 的灌注缺损呈肺段或亚肺段分布,而通气显像均正常。

肺静脉狭窄是由于先天或者后天获得性因素造成肺静脉管腔狭窄,进而导致肺静脉血液回流受阻的一系列临床疾

病。肺 V/Q 显像可以提供肺内血流再分布的影像学信息,可以通过评价肺血流灌注受影响的程度来评估肺静脉狭窄严重程度。Robbins 等^[25]首次发现肺静脉狭窄患者存在“V/Q 不匹配”现象,肺灌注显像可呈较轻的灌注缺损到单侧肺不显影等不同程度的改变。此后许多研究也肯定了 V/Q 显像在医源性肺静脉狭窄的检出及严重程度评估方面的作用^[26]。

六、V/Q 显像在儿科疾病中的应用^[27]

1. 先天性肺及肺血管异常。先天性肺及肺血管异常包括先天性肺发育不全、先天性肺叶过度充气、肺动脉闭锁、先天性肺囊腺瘤样畸形、先天性膈疝等。Kjellberg 等^[28]采用 V/Q SPECT 定量分析了 32 例支气管肺发育不全患儿的肺功能损伤程度,结果显示 V/Q 不匹配与临床分级相关。先天性单侧肺动脉发育不全比较罕见,因症状不典型,有些患者在成年后才被确诊。Shen 等^[29]曾报道 1 例右肺动脉闭锁的 55 岁男性患者,其右肺血流灌注缺损,通气显像表现为右肺放射性分布不均匀。先天性膈疝修补术后,肺血管恢复情况直接影响患儿呼吸系统功能恢复。Pal 和 Gupta^[30]在先天性膈疝修补术后 3、9 个月及 6 年随访患儿肺血管发育情况,发现肺灌注在术后 3 个月时减低,而在术后 9 个月和 6 年时则明显提高,表明应用肺灌注显像可有效观察术后肺血管恢复情况。

2. 囊性纤维化 (cystic fibrosis)。囊性纤维化是一种遗传性外分泌腺多系统疾病,主要累及肺、胰腺及肝脏,呼吸系统主要表现为反复支气管感染和气道阻塞,早期发现肺部病变对指导治疗至关重要。Iti 等^[31]定量评估了 V/Q 分布异质性,发现分布异质性参数偏度与肺动脉体积及 Shwachman 评分呈明显负相关,以肺灌注显像偏度 0.67 为阈值,预测疾病严重程度 (FEV1 ≥ 60% 或 FEV1 < 60%) 的灵敏度和特异性分别为 86% 和 91%。

3. 细支气管炎 (bronchiolitis)。闭塞性细支气管炎是一种与小气道炎性损伤相关的慢性气流阻塞综合征,以细支气管狭窄乃至闭塞为病理基础。狭窄性细支气管炎和增殖性细支气管炎造成局部缺氧、气道受累的同时伴有周围血管病变,导致局部血流灌注减少,而且病变在肺内呈斑片样分布,故显像表现为多发性、斑片样分布的 V/Q 异常。王维等^[32]分析了 30 例闭塞性支气管炎患儿 V/Q 显像表现,其中大部分患儿表现为肺段性、多发性灌注和 (或) 通气稀疏或缺损,肺灌注显像的灵敏度为 83.3%, 肺通气显像的灵敏度为 90.0%, 且 V/Q 显像表现形式与患儿病情严重程度和预后相关。

七、其他疾病的应用

非特异性间质性肺炎和寻常型间质性肺炎均有胸膜下特征性“新月形”的 V/Q 损伤区。Suga 等^[33]用 V/Q 比值定量分析了 38 例间质性肺炎患者,发现患者的胸膜下“新月形”区域 V/Q 比值较对照组明显升高,随访结果显示 V/Q 比值较 CT 形态学变化更加灵敏。

上腔静脉阻塞表现为通过上腔静脉回流到右心房的血流部分或完全受阻,最常见的原因因为肿瘤压迫,该病在 V/Q 显像中通常会出现肺以外部位的放射性浓聚,如局部肝叶^[34]、门脉系统^[35]、胸椎^[36]等。

综上所述,核素肺 V/Q 显像仍最常用于肺栓塞性疾病的诊疗中,但随着 V/Q 显像技术的进步、理想显像剂的应用

与研发、定量技术的改进与完善,其将被用于更多肺及肺血管疾病的诊断和治疗中,发挥更重要的功能评价作用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Le Roux P, Robin P, Salaun PY. New developments and future challenges of nuclear medicine and molecular imaging for pulmonary embolism[J]. *Thromb Res*, 2018, 163: 236-241. DOI:10.1016/j.thromres.2017.06.031.
- [2] Roach PJ, Bailey DL, Schembri GP, et al. Transition from planar to SPECT V/Q scintigraphy: rationale, practicalities, and challenges[J]. *Semin Nucl Med*, 2010, 40(6): 397-407. DOI:10.1053/j.semnucmed.2010.07.004.
- [3] 李蓓蕾,陈绍亮. $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -technegas 肺通气显像的应用及安全性评价[J]. *中华核医学杂志*, 2003, 23(3): 187-188. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2003.03.030.
Li BL, Chen SL. $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -technegas application and safety evaluation of pulmonary ventilation imaging[J]. *Chin J Nucl Med*, 2003, 23(3): 187-188. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2003.03.030.
- [4] Schembri GP, Roach PJ, Bailey DL, et al. Artifacts and anatomical variants affecting ventilation and perfusion lung imaging[J]. *Semin Nucl Med*, 2015, 45(5): 373-391. DOI:10.1053/j.semnucmed.2015.02.009.
- [5] Roach PJ, Schembri GP, Bailey DL. V/Q scanning using SPECT and SPECT/CT[J]. *J Nucl Med*, 2013, 54(9): 1588-1596. DOI:10.2967/jnumed.113.124602.
- [6] Bailey DL, Eslick EM, Schembri GP, et al. ^{68}Ga PET ventilation and perfusion lung imaging—current status and future challenges [J]. *Semin Nucl Med*, 2016, 46(5): 428-435. DOI:10.1053/j.semnucmed.2016.04.007.
- [7] Maruoka Y, Nagao M, Baba S, et al. Three-dimensional fractal analysis of $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA SPECT images in chronic thromboembolic pulmonary hypertension for evaluation of response to balloon pulmonary angioplasty: association with pulmonary arterial pressure[J]. *Nucl Med Commun*, 2017, 38(6): 480-486. DOI:10.1097/MNM.0000000000000673.
- [8] Harris B, Bailey D, Miles S, et al. Objective analysis of tomographic ventilation-perfusion scintigraphy in pulmonary embolism [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2007, 175(11): 1173-1180. DOI:10.1164/rccm.200608-11100C.
- [9] Win T, Tasker AD, Groves AM, et al. Ventilation-perfusion scintigraphy to predict postoperative pulmonary function in lung cancer patients undergoing pneumonectomy [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2006, 187(5): 1260-1265. DOI:10.2214/AJR.04.1973.
- [10] Piai DB, Quagliatto R Jr, Toro I, et al. The use of SPECT in preoperative assessment of patients with lung cancer[J]. *Eur Respir J*, 2004, 24(2): 258-262. DOI:10.1183/09031936.04.00123503.
- [11] 朱小华,赵明,刘传,等.肺通气/灌注显像预测肺癌术后肺功能[J]. *中华核医学杂志*, 2010, 30(6): 387-389. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2010.06.009.
Zhu XH, Zhao M, Liu C, et al. Predictive value of ventilation and perfusion scintigraphy for the postoperative pulmonary function in patients with lung cancer[J]. *Chin J Nucl Med*, 2010, 30(6): 387-389. DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2010.06.009.
- [12] Ireland RH, Tahir BA, Wild JM, et al. Functional image-guided radiotherapy planning for normal lung avoidance[J]. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*, 2016, 28(11): 695-707. DOI:10.1016/j.clon.2016.08.005.
- [13] Shioyama Y, Jang SY, Liu HH, et al. Preserving functional lung using perfusion imaging and intensity-modulated radiation therapy for advanced-stage non-small cell lung cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2007, 68(5): 1349-1358. DOI:10.1016/j.ijrobp.2007.02.015.
- [14] Siva S, Thomas R, Callahan J, et al. High-resolution pulmonary ventilation and perfusion PET/CT allows for functionally adapted intensity modulated radiotherapy in lung cancer[J]. *Radiother Oncol*, 2015, 115(2): 157-162. DOI:10.1016/j.radonc.2015.04.013.
- [15] Yuan ST, Frey KA, Gross MD, et al. Changes in global function and regional ventilation and perfusion on SPECT during the course of radiotherapy in patients with non-small-cell lung cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2012, 82(4): e631-e638. DOI:10.1016/j.ijrobp.2011.07.044.
- [16] Farr KP, Kallehauge JF, Møller DS, et al. Inclusion of functional information from perfusion SPECT improves predictive value of dose—volume parameters in lung toxicity outcome after radiotherapy for non-small cell lung cancer: a prospective study[J]. *Radiother Oncol*, 2015, 117(1): 9-16. DOI:10.1016/j.radonc.2015.08.005.
- [17] Cucik V, Begic A. Potential role of lung ventilation scintigraphy in the assessment of COPD[J]. *Acta Inform Med*, 2014, 22(3): 170-173. DOI:10.5455/aim.2014.22.170-173.
- [18] Bajc M, Markstad H, Jarenbäck L, et al. Grading obstructive lung disease using tomographic pulmonary scintigraphy in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and long-term smokers[J]. *Ann Nucl Med*, 2015, 29(1): 91-99. DOI:10.1007/s12149-014-0913-y.
- [19] 王火强,苗积生,潘惠忠,等.肺通气/灌注显像用于肺容积减少术的病例选择[J]. *中华核医学杂志*, 2000, 20(5): 205-207.
Wang HQ, Miao JS, Pan HZ, et al. The lung ventilation/perfusion scintigraphy in selection of patients with chronic obstructive pulmonary disease for lung volume reduction surgery[J]. *Chin J Nucl Med*, 2000, 20(5): 205-207.
- [20] Chan K, Ioannidis S, Coghlan JG, et al. Pulmonary arterial hypertension with abnormal V/Q single-photon emission computed tomography[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2018, 11(10): 1487-1493. DOI:10.1016/j.jcmg.2017.07.026.
- [21] Park SY, Moon DH, Park YB, et al. Perfusion lung scan as a prognostic indicator of response to beraprost sodium in idiopathic pulmonary arterial hypertension [J]. *Pulm Pharmacol Ther*, 2006, 19(4): 264-271. DOI:10.1016/j.pupt.2005.06.005.
- [22] Seferian A, Helal B, Jaïs X, et al. Ventilation/perfusion lung scan in pulmonary veno-occlusive disease [J]. *Eur Respir J*, 2012, 40(1): 75-83. DOI:10.1183/09031936.00097911.
- [23] Carmona S, Loureiro MJ, Santos J, et al. Lung ventilation/perfusion scintigraphy in pulmonary capillary hemangiomatosis: a pattern to consider[J]. *Rev Esp Med Nucl Imagen Mol*, 2013, 32(2): 98-101. DOI:10.1016/j.remnm.2012.06.009.
- [24] Castellani M, Vanoli M, Cali G, et al. Ventilation-perfusion lung scan for the detection of pulmonary involvement in Takayasu's arteritis[J]. *Eur J Nucl Med*, 2001, 28(12): 1801-1805. DOI:10.1007/s002590100648.
- [25] Robbins IM, Colvin EV, Doyle TP, et al. Pulmonary vein stenosis after catheter ablation of atrial fibrillation [J]. *Circulation*, 1998, 98(17): 1769-1775.
- [26] Wong KK, Gruenewald SM, Larcos G. Ventilation-perfusion mismatch resulting from iatrogenic pulmonary vein stenosis after radio-

- frequency ablation: a case report [J]. Clin Cardiol, 2009, 32 (11): E67-E70. DOI:10.1002/clc.20473.
- [27] Navalkissoor S, Easty M, Biassoni L. Functional lung assessment with radionuclides in paediatric respiratory diseases: a useful, underutilized test in nuclear medicine? [J]. Nucl Med Commun, 2010, 31(10): 896-902. DOI:10.1097/MNM.0b013e32833dad0c.
- [28] Kjellberg M, Björkman K, Rohdin M, et al. Bronchopulmonary dysplasia: clinical grading in relation to ventilation/perfusion mismatch measured by single photon emission computed tomography [J]. Pediatr Pulmonol, 2013, 48(12): 1206-1213. DOI:10.1002/ppul.22751.
- [29] Shen CT, Qiu ZL, Han TT, et al. Right pulmonary artery atresia with left circumflex coronary collaterals supplying the affected lung diagnosed by V/Q scintigraphy and CTA: a case report and review of the literature [J]. Ann Nucl Med, 2014, 28(10): 1027-1031. DOI:10.1007/s12149-014-0891-0.
- [30] Pal K, Gupta DK. Serial perfusion study depicts pulmonary vascular growth in the survivors of non-extracorporeal membrane oxygenation-treated congenital diaphragmatic hernia [J]. Neonatology, 2010, 98 (3): 254-259. DOI:10.1159/000278820.
- [31] Itti E, Fauroux B, Pigeot J, et al. Quantitative lung perfusion scan as a predictor of aerosol distribution heterogeneity and disease severity in children with cystic fibrosis [J]. Nucl Med Commun, 2004, 25(6): 563-569.
- [32] 王维, 谢博洽, 田月琴, 等. 儿童闭塞性细支气管炎的核素灌注/通气显像研究 [J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2015, 35 (3): 200-203. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2015.03.010.
- Wang W, Xie BQ, Tian YQ, et al. Radionuclide pulmonary perfusion and ventilation scan in pediatric patients with bronchiolitis obliterans [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2015, 35(3): 200-203. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2015.03.010.
- [33] Suga K, Kawakami Y, Koike M, et al. Characteristic crescentic subpleural lung zones with high ventilation (V)/perfusion (Q) ratios in interstitial pneumonia on V/Q quotient SPECT [J]. Nucl Med Commun, 2009, 30(11): 881-889. DOI: 10.1097/MNM.0b013e328330571d.
- [34] Lawrence M, Schuster DM. Focal hepatic hot spot from superior vena cava occlusion visualized on ventilation/perfusion scintigraphy with contrast-enhanced CT correlate [J]. Clin Nucl Med, 2016, 41 (5): 401-402. DOI:10.1097/RLU.0000000000001117.
- [35] Ryu SW, Waugh A, Allman KC. Portosystemic shunting in superior vena cava obstruction by tumor demonstrated on ventilation-perfusion lung scan [J]. J Nucl Med Technol, 2014, 42(2): 118-119. DOI:10.2967/jnmt.113.131375.
- [36] Karls S, Hassoun H, Derbekyan V. Vertebral uptake of Tc-99m macroaggregated albumin (MAA) with SPECT/CT occurring in superior vena cava obstruction [J]. Nucl Med Mol Imaging, 2016, 50 (3): 266-269. DOI:10.1007/s13139-015-0372-y.

(收稿日期:2019-02-05)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于论著文稿中中、英文摘要的书写要求

根据 GB6447-86 的定义,文摘是以提供文献内容梗概为目的,不加评价和解释,简明确切地记述文献重要内容的短文。摘要应具有自明性和独立性,并拥有与一次文献同等量的主要信息。即不阅读全文就能获得必要的信息。它的详简程度取决于文献的内容,通常中文文摘以不超过 400 字为宜。应以第三人称的语气书写。不要使用“本人”、“作者”、“我们”等作为陈述的主语。

摘要的内容应包括四个要素,即目的、方法、结果、结论。(1)目的:指研究的前提和缘起,即为什么要作此项研究,可以有简单的背景材料。(2)方法:指研究所用的原理、对象、观察和实验的具体方法等。(3)结果:指研究的结果、效果、数据等,着重反映创新性的、切实可行的成果,包括本组研究中的重要数据。(4)结论:指对结果进行综合分析,逻辑推理得出的判断。有的可指出实用价值和推广价值;如有特殊例外的发现或难以解决的问题,可以提出留待今后深入探讨。英文摘要的内容与中文摘要的内容要求大体一致。

英文摘要要求做到语法正确,用词准确,与中文摘要对应,方法、结果可略详于中文摘要。必要时,作者在投稿前请英文书写水平高的人员帮助修改。英文文题后列出全部作者及其单位、科室(包括城市、邮编)的英文规范表达。要求使用 A4 纸打印,行间距为 2 行,纸边距两边各留 2~3 cm。

敬请广大读者、作者周知,并遵照此要求投稿。

本刊编辑部