

肺首次通过显像的判读

张学丽 罗亚平

中国医学科学院、北京协和医学院北京协和医院核医学科、核医学分子靶向诊疗北京市重点实验室,北京 100730

通信作者:罗亚平, Email: luoyaping@live.com

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220712-00224

Interpretation of lung scintigraphy for right-to-left shunt

Zhang Xueli, Luo Yaping

Department of Nuclear Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences; Beijing Key Laboratory of Molecular Targeted Diagnosis and Therapy in Nuclear Medicine, Beijing 100730, China

Corresponding author: Luo Yaping. Email: luoyaping@live.com

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220712-00224

患者女,14岁,近10个月间断头痛,曾有跑步后胸痛,无咳嗽、咳痰、夜间憋气等症状。患者在外院行超声心动图检查未见异常,脑血管分流检测提示发泡试验(+)。后患者于本院行动脉血气分析,结果显示:pH值7.41(7.35~7.45;括号内为正常参考值范围,下同)、氧饱和度96.1%(95.0%~99.0%),氧分压76(83~108)mmHg(1mmHg=0.133kPa),二氧化碳分压34(35~45)mmHg,肺泡-动脉氧分压差35(5~15)mmHg,临床考虑低氧血症待查。低氧血症是指血液中含氧量降低,动脉氧分压低于同龄人的正常下限。常见的低氧血症原因包括肺通气障碍和换气障碍。该患者二氧化碳分压不高、肺泡-动脉氧分压差明显升高,提示肺换气功能障碍。常见的肺换气功能障碍包括弥散障碍、通气-灌注(ventilation/perfusion, V/Q)比例失调、右向左分流,以及血红蛋白亲和力异常等。弥散障碍是氧从肺泡进入肺毛细血管的过程受损,通

常由肺泡或肺间质炎性反应和纤维化所致。V/Q比例失调原因可以是阻塞性肺疾病、肺血管性疾病(如肺栓塞)、肺气肿等。右向左分流是指血液从右心流向左心而未被氧合,包括解剖分流和生理性分流2种类型。若血流不经过肺泡,即存在解剖分流,见于心内分流、肺动静脉畸形、肝肺综合征、遗传性毛细血管扩张症等;而生理性分流指的是没有通气的肺泡存在血流灌注,见于肺不张、大叶性肺炎等。发泡试验是对比增强的经颅多普勒超声检查,在对患者注射手振生理盐水后,若经颅多普勒超声能够探测到其大脑动脉中气栓,即为阳性,提示存在右向左的解剖分流。该患者发泡试验(+),因此行 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -聚合白蛋白(macroaggregated albumin, MAA)肺首次通过显像(图1)及CT肺动脉造影(CT pulmonary angiography, CTPA;图2),以进一步明确右向左分流的诊断及分流程度。

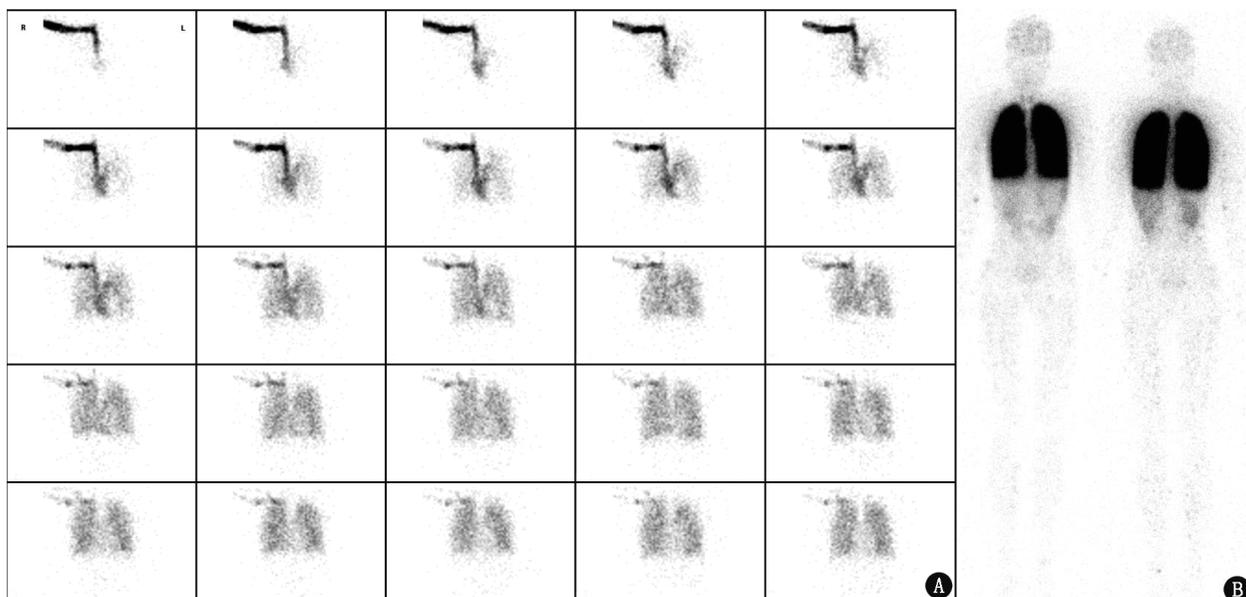


图1 低氧血症患者(女,14岁) $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -聚合白蛋白(MAA)肺首次通过显像图。A.血流量期(0.5 s/帧)图像见右心、双肺依次显影,双肺摄取均匀;B.全身显像图见双肺摄取均匀,双肾、脑、甲状腺、脾、肠道隐约显影

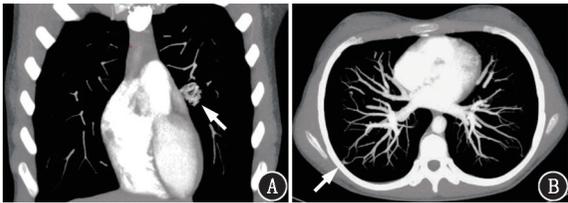


图2 低氧血症患者(女,14岁)CT肺动脉造影(CTPA)图像。A.冠状位重建图像见左肺上叶动静脉瘘(箭头示);B.横断层重建图像见右肺下叶胸膜下另一较小的动静脉瘘(箭头示)

肺首次通过显像血流相(图1A)见静脉注入显像剂后,右心房、右心室、双肺依次显影,左心未见显影,肺动脉段亦未见显像剂滞留,提示未见心内分流、肺动脉高压的征象。之后行肺灌注前后位显像(图像未显示)示,双肺放射性分布较均匀,未见灌注异常区域。全身显像(图1B)可见除双肺外,脑、甲状腺、脾、双肾、肠道隐约显影,计算得到分流率[(全身放射性计数-肺内放射性计数)/全身放射性计数×100%]为12.4%。

肺首次通过显像与肺灌注显像相似,以 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA为显像剂。 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA颗粒直径一般为15~100 μm ,而肺毛细血管管径为6~9 μm ,所以经静脉注射后 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA会嵌顿在肺毛细血管床中。如果肺外出现 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA的分布,则说明 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA没有经过肺泡毛细血管床,存在右向左的解剖分流。那么,如果肺外出现显像剂摄取,是否就说明存在右向左分流?在肺首次通过显像出现肺外显像剂摄取时,首先要除外技术和药物的因素:游离锝会导致甲状腺、唾液腺以及胃黏膜显影;放射性胶体可造成肝、脾的摄取与显影。所以 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA的质量控制非常重要,标记率至少要大于95%,避免胶体形成;显像剂颗粒不能过小,以免其不能嵌顿在毛细血管床;标记好后的 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA不宜放置过长时间(一般制备后6h内使用),以免其逐渐脱标或者形成更大的聚合颗粒,影响显像效果^[1]。健康人注射 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA后,约2%~6%的放射性会出现在体循环中^[2],如果肺外脏器尤其

是血流丰富的脏器出现异常显像剂摄取,并且分流率超过10%~15%,则提示存在右向左的解剖分流^[3]。

右向左解剖分流包括心内分流^[4]和肺内分流^[5]。心内分流为各种能够导致右向左分流的心脏解剖结构异常,如法洛四联症、室间隔缺损、房间隔缺损、动脉导管未闭等。严重肺动脉高压及心内右向左分流的患者在进行 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA显像时,要适当减少注射的 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA颗粒数,一般不超过100000~200000个颗粒(正常情况下注射400000个颗粒)^[6],以尽量减少显像剂对肺循环的影响。肺内分流则包括肺动静脉畸形和毛细血管扩张, $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA颗粒直接由肺动脉流入肺静脉,经左心流入体循环中,出现肺外脏器显影。常见的肺内分流包括先天性肺动静脉瘘、遗传性出血性毛细血管扩张症、肝肺综合征等。图3病例(34岁,男性)的主诉为“喘憋、气短3年,加重1年”,临床提示低氧血症,需间断吸氧,胸部CT提示双肺间质性改变,CTPA未见异常,超声心动图大致正常;既往发现肝硬化7年,曾因脾功能亢进行脾切除术。该患者 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA肺首次通过显像见双肾、肠道、脑、唾液腺、甲状腺显影,全身软组织本底亦见放射性分布,分流率为38%,提示存在右向左分流,最终诊断为肝硬化失代偿期、门静脉高压、肝肺综合征。肝肺综合征是在慢性肝病、门静脉高压或先天性门-体静脉分流的情况下出现肺内血管扩张,进而导致动脉血氧合异常的一种综合征。肺内血管扩张的原因可能是受损肝脏与门脉高压破坏了血管活性物质产生和清除之间的平衡,扩张的血管直径可达15~500 μm ,而肝肺综合征造成低氧血症的原因与V/Q比例失调、弥散受限、肺内分流有关。

本文女性患者的肺首次通过显像可见部分肺外脏器显影,分流率为12.4%——在阳性界值边缘,这该如何判读结果呢?在计算分流率时, $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA的标记率、胶体产生等技术因素会影响图像和分流率计算,但游离锝、胶体等不能穿过血脑屏障,所以如果脑内出现摄取,就说明 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MAA分布在脑组织中,而不是其他因素导致的,这一征象对判断

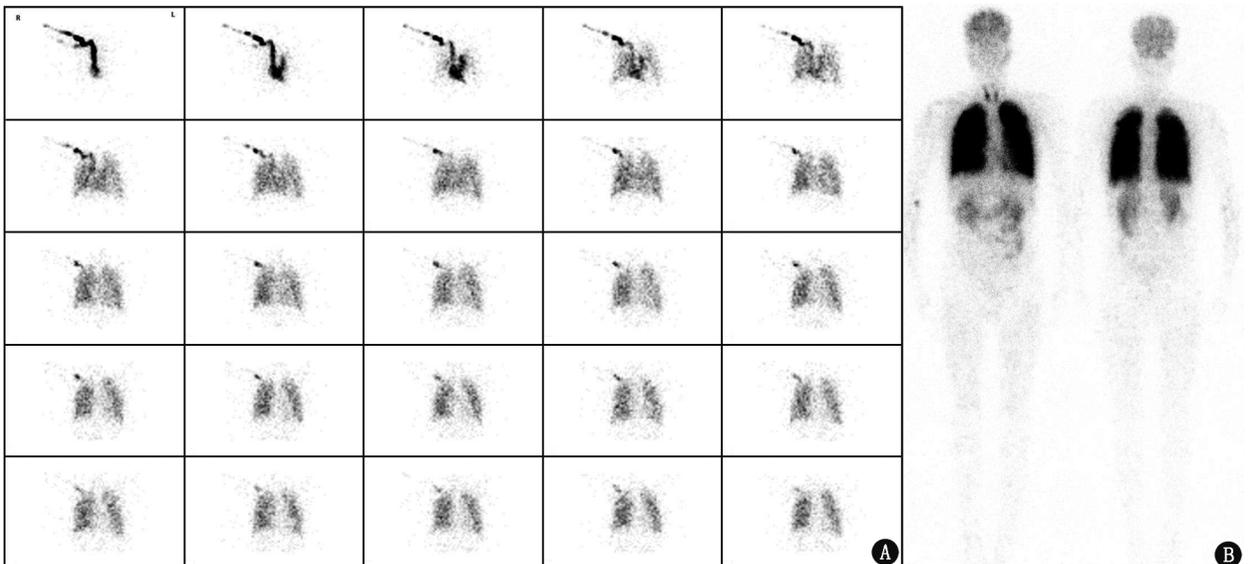


图3 肝肺综合征患者(男,34岁) $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -聚合白蛋白(MAA)肺首次通过显像图。A.血流期(0.5 s/帧)图像见右心、双肺依次显影,双肺摄取均匀;B.全身显像图见双肾、肠道、脑、唾液腺、甲状腺、全身软组织本底显影

右向左的解剖分流有很高的特异性^[3]。Sugiyama 等^[7]的研究中,2 例肺动静脉瘘患者治疗前分流率低于 15%,但可见脑内摄取,提示存在比较小的分流;在成功进行栓塞术后,分流率并无明显变化,但脑内的异常摄取消失。这提示⁹⁹Tc^m-MAA 显像中脑内摄取对判断右向左分流更灵敏、特异。本文女性患者⁹⁹Tc^m-MAA 肺首次通过显像可见脑显影,甲状腺、脾、双肾、肠道亦见显影,高度提示存在右向左的解剖分流。患者之后行 CTPA,可见双肺多发动静脉瘘,较大者位于左肺上叶舌段(图 2)。

⁹⁹Tc^m-MAA 肺首次通过和肺 V/Q 显像在临床应用已有 50 余年,这一检查虽然“古老”,但并不过时,仍然在临床占有重要的一席之地。⁹⁹Tc^m-MAA 肺首次通过显像是诊断右向左分流的一种灵敏、准确、简便的检查方法,具有无创性和低辐射危险性的特点,在右向左分流的诊断和定量方面有很大的价值。对于患有慢性阻塞性肺疾病、低氧血症且无分流的患者,最好定期进行检查,以便及早发现分流发展并进一步诊治。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 张学丽:研究实施、数据采集、论文撰写;罗亚平:研究指导、论文修改

参 考 文 献

[1] Parker JA, Coleman RE, Grady E, et al. SNM practice guideline for lung scintigraphy 4.0[J]. J Nucl Med Technol, 2012, 40(1): 57-

65. DOI:10.2967/jnmt.111.101386.

[2] Kume N, Suga K, Uchisako H, et al. Abnormal extrapulmonary accumulation of ⁹⁹Tc^m-MAA during lung perfusion scanning[J]. Ann Nucl Med, 1995, 9(4): 179-184. DOI:10.1007/BF03168398.

[3] Ito K, Kurihara K, Ishibashi A, et al. Cut-off value for normal versus abnormal right-to-left shunt percentages using ⁹⁹Tc^m-macroaggregated albumin[J]. Nucl Med Commun, 2011, 32(10): 936-940. DOI:10.1097/MNM.0b013e32834a123f.

[4] Morandi F, Daniel GB, Gompf RE, et al. Diagnosis of congenital cardiac right-to-left shunts with ⁹⁹Tc^m-macroaggregated albumin[J]. Vet Radiol Ultrasound, 2004, 45(2): 97-102. DOI:10.1111/j.1740-8261.2004.04016.x.

[5] Hellín Hellín D, Colom Ferrer A, Forteza Alberti J. Extrapulmonary uptake in the spleen during lung perfusion with Tc-99m MAA[J]. Clin Nucl Med, 1992, 17(11): 899-900. DOI:10.1097/00003072-199211000-00016.

[6] Bajc M, Schümichen C, Grüning T, et al. EANM guideline for ventilation/perfusion single-photon emission computed tomography (SPECT) for diagnosis of pulmonary embolism and beyond[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2019, 46(12): 2429-2451. DOI:10.1007/s00259-019-04450-0.

[7] Sugiyama M, Sakahara H, Igarashi T, et al. Scintigraphic evaluation of small pulmonary right-to-left shunt and therapeutic effect in pulmonary arteriovenous malformation[J]. Clin Nucl Med, 2001, 26(9): 757-760. DOI:10.1097/00003072-200109000-00003.

(收稿日期:2022-07-12)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊有关论文中法定计量单位的书写要求

本刊法定计量单位执行 GB 3100/3101/3102—1993《国际单位制及其应用/有关量、单位和符号的一般原则/(所有部分)量和单位》的有关规定,具体执行可参照中华医学会杂志社编写的《法定计量单位在医学上的应用》第 3 版(人民军医出版社 2001 年出版)。正文中时间的表达,凡前面带有具体数据者应采用 d、h、min、s,而不用天、小时、分钟、秒。注意单位名称与单位符号不可混合使用,如 $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{天}^{-1}$ 应改为 $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$;组合单位符号中表示相除的斜线多于 1 条时应采用负数幂的形式表示,如 $\text{ng}/\text{kg}/\text{min}$ 应采用 $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 的形式;组合单位中斜线和负数幂亦不可混用,如前例不宜采用 $\text{ng}/\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$ 的形式。在叙述中,应先列出法定计量单位数值,括号内写旧制单位数值;但如同一计量单位反复出现,可在首次出现时注出法定计量单位与旧制单位的换算系数,然后只列法定计量单位数值。凡是涉及人体及动物体内的压力测定,可使用 mmHg 或 cmH_2O 为计量单位,但首次使用时注明与 kPa 的换算系数。原子量改为相对原子质量 (A_r)。分子量改为相对分子质量 (M_r)。关于浓度,只有“B 的物质的量浓度”(B 代表物质的基本单元)可以称为“B 的浓度(c_B)”,定义为“B 的物质的量除以混合物的体积”,单位为“ mol/m^3 ”或“ mol/L ”。正确使用以下量的名称:(1)以 B 的体积分数(φ_B)取代习用的 B 的体积百分浓度(V/V);(2)以 B 的质量分数(ω_B)取代习用的 B 的质量百分浓度(W/W 或 m/m);(3)以 B 的质量浓度(ρ_B)取代习用的以“ W/V ”或“ m/V ”表示的浓度,单位为“ kg/L ”或“ kg/m^3 ”。量的符号一律用斜体字,如吸光度(旧称光密度)的符号为 A ,“ A ”为斜体字。

本刊编辑部